ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er MARS 1943.

PRÉSIDENCE DE M. GABRIEL BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès survenu à Göttingen, le 14 février 1943, de M. **David Hilbert**, Correspondant pour la Section de Géométrie.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Sur les perturbations magnétiques en baie.* Note (1) de MM. **Charles Maurain** et **Jean Coulomb**.

Nous avons étudié les perturbations magnétiques en baies d'après les enregistrements obtenus près de Paris de 1883 à 1941, c'est-à-dire pendant 59 ans, avec des appareils identiques dans les observatoires successifs de Saint-Maur, Val-Joyeux et Chambon-la-Forêt. Elles ont été l'objet de divers travaux [J. de Moidrey à Zi-Ka-Wei, 31 ans (2), L. Steiner à O'Gyalla, 11 ans (3), Lubiger à Samoa, 7 ans, cité par Wiechert, Erwin Wiechert à Gr. Raum-Königsberg, 5 ans (4)]. Il y a intérêt à travailler sur une longue série, parce qu'on peut ainsi choisir seulement des cas bien nets et cependant en réunir un nombre assez considérable pour que l'étude statistique des propriétés soit précise.

Les accidents des courbes des enregistreurs magnétiques en forme de baie, arrondis ou pointus, sont assez nombreux, mais il en est qui apparaissent sur un seul des éléments enregistrés, qui sont ici la composante horizontale H du champ, la déclinaison magnétique D et la composante verticale Z; leur forme est souvent plus ou moins irrégulière; leur ampleur en durée et en intensité sont très diverses; certains se produisent au cours d'orages magnétiques ou d'une agitation de longue durée, et il est alors difficile de décider s'ils font

(1) Séance du 8 février 1943.

(2) *Études sur le magnétisme terrestre*, 1, 1918, p. 53.

(3) *Terrestrial Magnetism*, 26, 1921, p. 1.

(4) *Mitteilungen d. geophysikalischen Warte* (Gr. Raum d. Albertus Universität, Königsberg, 22, 1934, p. 1).

partie de l'agitation générale ou s'ils s'y superposent. Pour obtenir des résultats aussi nets que possible, nous avons retenu seulement les accidents en baie de forme simple marqués au moins sur deux des éléments, et apparaissant sur des parties des courbes non troublées par d'autres perturbations. Malgré ces précautions, il est possible que certains des accidents notés fassent partie d'une agitation d'autre origine, mais leur nombre est certainement faible, et leur intervention aberrante dans les statistiques très peu importante.

Nous avons noté ainsi, sur ces 59 années d'observations, 885 perturbations en baie, désignées dans ce qui suit par PB. Ce nombre est relativement faible, du fait de la sévérité dans le choix des cas. Nous les avons rangées en trois catégories, suivant leur durée : catégorie 1, PB_1, durée inférieure à 15 minutes, cat. 2, PB_2, durée entre 15 et 30 minutes; cat. 3, PB_3, durée supérieure à 30 minutes. Nous avions en particulier en vue, en adoptant ce mode de division au début du travail, que se trouvent rangés dans une de ces catégories, la première, la plupart des accidents, dits *crochets*, qui correspondent à des évanouissements brusques des ondes radioélectriques courtes, et qui sont dus à l'émission par le Soleil de radiations ultraviolettes, alors que les fortes perturbations sont attribuées à l'émission par le Soleil de radiations corpusculaires. En fait, comparant ensuite les PB notées par nous avec les 265 cas d'évanouissements notés par le Comité français de Radioélectricité de 1932 à mai 1939 (presque tous de 1935 à 1939), nous n'avons trouvé que deux coïncidences entre les deux listes. Les accidents correspondant à des évanouissements n'interviennent donc à peu près pas dans notre étude; mais la répartition en catégories adoptée s'est révélée cependant fort utile, car les propriétés statistiques des PB_1 et des PB_3 sont différentes; nous avons limité notre étude à ces deux catégories, la catégorie intermédiaire, d'ailleurs peu nombreuse, n'ayant servi qu'à mieux délimiter les deux autres; nos résultats peuvent être ainsi plus nets que ceux des travaux antérieurs, dans lesquels une telle distinction n'a pas été faite.

Les 885 PB se répartissent en 315 PB_1, 70 PB_2 et 500 PB_3. Leurs amplitudes moyennes en intensité sont, respectivement, pour la composante horizontale environ 8, 12 et 23^{γ}, pour la déclinaison $1',45$, $2',1$ et $5',3$.

Perturbations en baie de la cat. 3, PB_3. — Leur durée moyenne est de l'ordre d'une heure; leur amplitude pour H varie entre environ 10 et 60^{γ}, moyenne 23, et pour D entre environ $2'$ et $14'$, moyenne $5',3$.

Le *sens de la variation de* H dans ces PB_3 est, dans la plupart des cas, une augmentation (432 cas sur 500, soit 86,4 %). Il en est de même pour les PB_2 (84 %) et les PB_1 (80 %).

Répartition dans l'année. — Les PB_3 sont beaucoup plus nombreuses en hiver qu'en été, et ce caractère s'applique aussi bien aux perturbations positives pour H qu'aux perturbations négatives; pour les unes et les autres il y a un minimum accentué en juin, et un maximum en hiver. Le tableau suivant

donne cette répartition, dans laquelle on n'a pas tenu compte de l'inégalité de durée des mois.

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
PB_3 positives pour H. .	47	45	38	30	21	6	17	35	40	52	56	45
» négatives » . .	14	5	6	3	2	0	4	1	3	4	13	13
Ensemble.............	61	50	44	33	23	6	21	36	43	56	69	58

Cette répartition diffère de celle de l'agitation magnétique générale, qui présente des maximums voisins des équinoxes ([5]).

Dans les répartitions annuelles trouvées pour Königsberg, O'Gyalla, Zi-Ka-Wei et Samoa, il y a comme dans celle trouvée ici, un minimum pour le mois de juin, mais ce minimum est beaucoup plus marqué dans nos résultats (pour les positives le minimum de juin est 6 et le maximum de novembre 56, alors qu'à Samoa le minimum est 7 et le maximum 9). Quant à la répartition dans la partie opposée de l'année, elle ne se présente pas de même dans ces 5 stations, et il semble qu'on puisse noter un effet de latitude ([6]) : à Königsberg, le maximum d'hiver est simple, à Paris il y a un soupçon de creusement en décembre, à O'Gyalla et à Zi-Ka-Wei il y a à cette époque un minimum secondaire; à Samoa, il y a aussi un minimum en décembre, mais un peu plus marqué que celui de juin; à Zi-Ka-Wei et à Samoa la variation se rapproche du caractère d'oscillation double avec maxima aux équinoxes que présente l'agitation magnétique générale.

Répartition diurne. — Le tableau suivant donne la répartition des PB_3 suivant les heures de la journée (temps local), séparément pour les positives et les négatives pour H, et pour l'ensemble.

	0-1h.	1-2.	2-3.	3-4.	4-5.	5-6.	6-7.	7-8.	8-9.	9-10.	10-11.	11-12.
PB_3 pos. p. H.	62	43	24	10	4	1	0	0	0	1	1	2
» nég. » .	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	2	0
Ensemble.....	62	44	25	11	5	1	0	0	0	1	3	2

	12-13h.	13-14.	14-15.	15-16.	16-17.	17-18.	18-19.	19-20.	20-21.	21-22.	22-23.	23-24.
PB_3 positives..	1	1	1	1	2	9	14	29	44	47	70	65
» négatives.	0	0	0	2	6	15	16	12	3	3	1	4
Ensemble.....	1	1	1	3	8	24	30	41	47	50	71	69

Les positives sont plus nombreuses pendant la nuit, et réparties presque exclusivement entre 17^h et 5^h, avec maximum pour l'heure $22\text{-}23^h$, les nombres restant grands pour les deux heures suivantes. Les négatives sont groupées aux heures moyennes de la fin de l'après-midi, avec maximum de 17^h à 19^h.

La répartition diurne varie un peu suivant les saisons. Nous l'avons établie

---

(5) Voir par exemple la répartition pour Paris, étudiée par l'un de nous d'après 41 années d'observations (*Ann. de l'Inst. de Physique du Globe*, 5, 1927, p. 94).

(6) Les latitudes géomagnétiques de Paris et O'Gyalla sont plus différentes que leurs latitudes géographiques.

séparément pour les couples de mois comprenant les équinoxes et les solstices : le maximum de la fréquence est un peu après 22^h pour déc.-janv., vers 23^h pour mars-avril et sept.-oct., et seulement après minuit pour juin-juillet. Ainsi, l'heure du maximum de fréquence est d'autant plus avancée dans la nuit que le Soleil se couche plus tard.

La variation diurne de l'agitation magnétique générale est beaucoup moins marquée; elle a un minimum peu accentué dans la matinée et un maximum peu marqué aussi vers 22^h (7). Éblé a montré récemment (8) que cette variation n'est pas la même pour les agitations magnétiques faible et forte, qui sont ainsi attribuables, dans l'ensemble, à des phénomènes différents.

La répartition diurne trouvée ici pour les PB_3 positives s'accorde bien avec celles trouvées pour Königsberg, O'Gyalla et Samoa. Pour les PB_3 négatives, l'accord est assez bon avec O'Gyalla, médiocre avec Königsberg, où il y a deux maximums, l'un vers 15^h et l'autre, moins marqué, vers 4-5^h; à Samoa il y a un maximum unique très net à midi. Pour Zi-Ka-Wei n'a pas été faite une distinction entre les PB positives et les négatives; il y a pour l'ensemble un maximum vers 19-20^h, et un minimum vers midi.

Ces divers résultats portent à penser que les PB_3 sont un phénomène des régions tempérées (effet à distance des orages polaires de Birkeland, nous y reviendrons); les perturbations étudiées à Samoa semblent être de nature différente.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre Secrétaire d'État a l'Éducation Nationale et a la Jeunesse** invite l'Académie à lui présenter deux listes de candidats aux places de Membres titulaires du *Bureau des Longitudes* vacantes par la mort de M. l'amiral *Pirot* et de M. *Émile Picard*.

(Renvoi à la Division des Sciences mathématiques.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Pierre Poirier. *Le Hasard et le nombre* π.

M. **Gaston Ramon** prie l'Académie de bien vouloir le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Section des Académiciens libres par la mort de M. *Jules-Louis Breton*.

---

(7) Ch. Maurain et L. Éblé, *Annales de l'Inst. de Physique du Globe*, 7, 1929, p. 186.
(8) Voir page 305 (même numéro).

GÉOMÉTRIE. — *L'autoparallélisme des courbes extrémales dans les espaces métriques fondés sur la notion d'aire.* Note de M. **Félix Alardin**, présentée par M. Élie Cartan.

C'est M. H. Weyl qui le premier a défini la connexion de Levi-Civita par l'autoparallélisme des courbes extrémales. Dans ce parallélisme les éléments des lignes qui extrémisent l'intégrale $\int ds$ sont parallèles entre eux (au sens de la géométrie créée), de même que, dans l'espace ordinaire, tous les éléments d'une droite sont parallèles.

Dans la théorie des espaces de Finsler, M. É. Cartan définit le transport parallèle par la condition de priver de torsion toute une catégorie de cycles infinitésimaux. Après avoir montré que les équations différentielles des extrémales sont précisément les équations caractéristiques des géodésiques, il fait cette remarque : « Il aurait été naturel de s'imposer *a priori* comme condition relative au transport parallèle la propriété des extrémales que leur direction reste toujours parallèle à elle-même. Mais cela n'aurait pas suffi pour déterminer la connexion euclidienne ». Cette propriété donne en effet n conditions, alors que la détermination complète des coefficients $\Gamma_i{}^j{}_k$ en exige $(n^3 - n^2)/2$.

Le déplacement parallèle qu'attribue M. É. Cartan aux espaces C [1] est déterminé par un procédé en tout point identique à celui des espaces de Finsler. Mais, contrairement à ce qui a lieu pour ces derniers, une géodésique ne réalise l'extrémum de l'intégrale $\int ds$ que si, le long de cette ligne, le vecteur $\vec{A}$ reste équipollent à lui-même.

On connaît, d'autre part, le rôle des géodésiques dans les espaces riemanniens et les espaces de Finsler. L'importance de ces courbes résulte du fait qu'elles peuvent être définies soit comme lignes auto-parallèles, soit comme lignes qui réalisent l'extrémum de l'intégrale $\int ds$. Ces deux notions n'étant plus équivalentes dans la théorie des espaces C, la notion de géodésique y perd de son importance. De ce point de vue, *la recherche d'une connexion euclidienne intrinsèque* (G — E) dans laquelle géodésiques et extrémales coïncident, revêt un intérêt spécial.

La présente Note est une synthèse de nos contributions personnelles relatives à ce problème.

---

(1) En vue de simplifier l'écriture nous appellerons *espaces* C les espaces métriques fondés sur la notion d'aire, *connexion euclidienne* (G — E) toute connexion euclidienne qui réalise l'autoparallélisme des courbes extrémales de $\int ds$.

L'introduction de deux procédés distincts, l'un la dérivation contrevariante, l'autre la dérivation covariante, donnant, à partir des tenseurs de courbure et des tenseur $L^i\sqrt{g}$, g^{ij}, A^{ikh}, toute la gamme des tenseurs intrinsèquement liés à l'espace, nous a permis d'écrire généralement les équations des courbes extrémales sous la forme

$$K^{ij}\frac{\bar{\omega}_j}{ds} + A^{i,}{}_h\frac{L^h}{\sqrt{g}} - \frac{g}{L^2}u_r u_s(\Gamma^{*rsi} - \Gamma^{*isr}) - \frac{\sqrt{g}}{L}u_r A_s(\Gamma^{*rsi} - \Gamma^{*isr}) = 0,$$

où K^{ij} est le tenseur symétrique

$$A^{i,j} + 2A_k A^{kij} + \frac{L^i}{\sqrt{g}}A^j + g^{ij}.$$

Moyennant quoi les conditions nécessaires et suffisantes pour que les géodésiques soient des extrémales sont

$$(1) \qquad A^{i,}{}_h\frac{L^h}{\sqrt{g}} = \frac{\sqrt{g}}{L}u_r\left(\frac{\sqrt{g}}{L}u_s - A_s\right)(\Gamma^{*rsi} - \Gamma^{*isr}).$$

Le problème initialement posé se trouve dès lors subordonné au suivant : Trouver, à partir d'une convention de nature intrinsèque, $(n^3 - n^2)/2$ équations telles que

1° jointes aux $(n^3 + n^2)/2$ équations

$$\frac{\partial g^{ij}}{\partial x^l} = -\Gamma^{ij}{}_l - \Gamma^{ji}{}_l,$$

le système obtenu détermine les n^3 quantités $\Gamma_k{}^i{}_h$;

2° les $\Gamma_k{}^i{}_h$ vérifient les équations (1);

3° la discussion du système fasse intervenir le discriminant $|K^{ij}|$.

Une solution à la question géométrique qui vient d'être posée, et *qui établit l'existence d'une connexion euclidienne* (G — E), est donnée par la convention intrinsèque : Les composantes contrevariantes de la torsion d'un cycle dont l'élément d'appui se déplace parallèlement à lui-même sont

$$\Omega^k = -A_{i,r}\, l^r l^k l^h [dx^l dx_h].$$

Cette connexion euclidienne intrinsèque (G — E), *où géodésiques et extrémales coïncident, est unique*. C'est là une conséquence directe du théorème général suivant, que nous avons établi à l'aide de considérations de la *Geometry of paths : Dans un espace métrique, deux connexions euclidiennes aux mêmes lignes géodésiques sont identiques.*

En application des propriétés du tenseur symétrique K^{ij}, nous avons établi que :

a. La condition nécessaire et suffisante de *singularité totale* de l'espace est $K^{ij} = (L^i L^j)/g$.

b. Chaque élément de contact (u_i) détermine une extrémale et une seule,

tangente au vecteur unitaire normal, sous la condition nécessaire et suffisante $|K^{ij}| \neq 0$.

La formule (1) apporte occasionnellement une contribution à un théorème de M. É. Cartan relatif à l'équivalence des intégrales multiples et l'on peut dire que : Toute intégrale multiple, pour laquelle un des discriminants $|H^{ij}|$ ou $|K^{ij}|$ est différent de zéro, ne peut admettre un groupe de transformations ponctuelles de plus de $n(n+1)/2$ paramètres.

TOPOLOGIE PLANE. — *Structure des domaines plans et accessibilité.* Note de M. **Gustave Choquet**, présentée par M. Arnaud Denjoy.

Pour répondre à la question vague : « Quand peut-on dire que deux domaines ouverts plans ont même forme? », nous allons attacher à tout domaine plan plusieurs espaces topologiques.

Nous supposons connues les définitions d'un point accessible (ne pas le confondre avec son support cartésien), d'un arc d'accès d'un tel point, de l'équivalence de deux arcs d'accès d'un même point cartésien; la notion de point accessible n'est d'ailleurs claire que grâce à l'introduction de l'espace $\hat{W}$.

Soit Φ la frontière du domaine ouvert plan borné Δ.

Définition 1. — *a.* L'espace U est identique à Δ muni de sa topologie d'ensemble ouvert cartésien.

b. L'espace V a pour points ceux de Δ et les points accessibles de Φ; les voisinages d'un point M de V ont pour base les ensembles de points de V qu'on peut joindre à M par un arc de Jordan situé dans Δ (sauf peut-être ses extrémités), et de diamètre inférieur à un nombre donné.

c. L'espace W a pour points ceux de Δ. On y définit une structure uniforme séparée en appelant distance de deux points M, M′ la borne inférieure des diamètres des arcs de Δ qui joignent M, M′. On peut compléter W en un espace $\hat{W}$ univoquement défini (voir *Topologie générale* de Bourbaki). Les points de $(\hat{W}-W)$ correspondent à ce qu'on appelle généralement points accessibles de Φ.

d. L'espace X a pour points ceux de Δ. La distance de deux points de X sera la distance euclidienne de ces points. L'espace uniforme complété $\hat{X}$ est compact et homéomorphe à $(\Delta+\Phi)$.

Remarquons que V et $\hat{W}$ ne sont pas en général compacts. Ils ne le sont que lorsque tout continu majeur [1] de Φ est peanien [2] et que Φ ne contient qu'un nombre fini de tels continus ayant un diamètre supérieur à une longueur donnée arbitraire.

Définition 2. — On dira que Δ_1 et Δ_2 ont même forme suivant U si les espaces U_1 et U_2 attachés à ces domaines sont homéomorphes (*idem* pour V, W, X).

---

(1) Continu de Φ qui n'est un vrai sous-continu d'aucun continu de Φ.

(2) Image continue et univoque d'un segment.

Les quatre conditions d'isomorphie ainsi introduites sont, dans leur ordre, de plus en plus restrictives.

THÉORÈME 1. — *Il est nécessaire et suffisant, pour l'homéomorphie de* U_1 *et* U_2, *qu'il existe, entre les deux familles* $\mathcal{F}_1$ *et* $\mathcal{F}_2$ *de continus majeurs de* Φ_1 *et* Φ_2, *une correspondance biunivoque telle que, si une suite quelconque de continus majeurs de* $\mathcal{F}_1$ *a des points d'accumulation sur un continu majeur* c_1 *de* $\mathcal{F}_1$, *la suite homologue dans* $\mathcal{F}_2$ *ait des points d'accumulation sur l'homologue* c_2 *de* c_1.

Ce théorème résulte du lemme général suivant : *Sur tout ensemble fermé cartésien* F, *on peut définir une fonction de point continue, telle que l'image de* F *soit un ensemble fermé totalement discontinu* T(F) *et telle que l'image réciproque de tout point de* T(F) *soit un continu majeur* (1) *de* F.

Le type topologique de T(F) *ne dépend que de* F. La condition du théorème I peut encore s'énoncer : *Identité des types topologiques de* $T(\Phi_1)$ *et* $T(\Phi_2)$.

THÉORÈME 2. — *Il est nécessaire et suffisant, pour l'homéomorphie de :*

a. V_1 *et* V_2, *qu'il existe une homéomorphie entre* Δ_1 *et* Δ_2 *qui transforme tout arc d'accès de* Δ_1 *en un arc d'accès de* Δ_2, *et inversement.*

b. $\widehat{W}_1$ *et* $\widehat{W}_2$, *qu'il existe une homéomorphie entre* Δ_1 *et* Δ_2, *qui transforme uniformément toute petite transversale* (3) *de* Δ_1 *en une petite transversale de* Δ_2, *et inversement.*

c. $\widehat{X}_1$ *et* $\widehat{X}_2$, *que* $\overline{\Delta_1}$ *et* $\overline{\Delta_2}$ *soient homéomorphes* (c'est évident).

Remarquons qu'une homéomorphie entre $\overline{\Delta_1}$ et $\overline{\Delta_2}$ ne s'étend pas forcément à tout le plan. Des exemples du contraire sont immédiats.

Supposons maintenant Δ simplement connexe; on peut alors définir sur les points accessibles de Φ un ordre cyclique. Supposons répartis ces points en deux ensembles K_1 et K_2 correspondant à deux arcs complémentaires du cycle d'ordre.

THÉORÈME 3. — *Le lieu des points de* Δ *qui sont centres des cercles de* Δ *dont la circonférence touche* K_1 *et* K_2 *est (sauf dans un cas trivial) un arc ouvert de Jordan ayant en tout point deux demi-tangentes et admettant comme continus d'accumulation sur* Φ *les deux ensembles principaux* (4) *définis par la double coupure* (K_1, K_2).

Définition 3. — Ce lieu s'appelle courbe d'équidistance de K_1 et K_2 ou courbe γ.

Propriétés. — Les courbes γ forment une famille à deux paramètres analogue à une famille de géodésiques. L'intersection de deux courbes γ est un point ou un arc de Jordan. Deux courbes γ ayant une même extrémité M sur Φ ont (sauf cas trivial) un arc commun d'extrémité M.

C'est la notion de *sinuosité* d'un arc qui nous permettra d'utiliser les courbes γ ultérieurement.

---

(3) Arc simple de Δ ayant ses deux extrémités sur Φ.

(4) Au sens de la représentation conforme.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les développements en série du type de Taylor.* Note de M. **Bernard Combes**, présentée par M. Paul Montel.

L'arc de courbe (C) de l'espace à n dimensions E_n étant défini par les relations $X_i = \varphi_i(x)$ ($i = 1, 2, \ldots, n$), $a \leq x \leq b$, soit à déterminer le domaine (D) des centres de gravité G des masses $\gtreqless 0$ réparties sur (C) suivant les densités de probabilité $f(x)$ appartenant à un ensemble donné. Appelons P le point de l'espace fonctionnel qui représente $f(x)$, (Σ) la frontière du domaine (Δ) des points P, et (S) la frontière de (D). La correspondance entre P et, G étant linéaire, fait correspondre (S) et (Σ); on est donc ramené à déterminer (Σ).

Bornons-nous au cas où les conditions imposées à $f(x)$ sont des inégalités fonctionnelles linéaires; partageons l'intervalle (a, b) en N intervalles égaux (1), (2), ..., (N) et remplaçons dans chaque intervalle (i), $f(x)$ par sa valeur m_i au milieu de l'intervalle; les conditions imposées aux fonctions $f(x)$ se traduiront par des relations linéaires

$$(1)\quad \Sigma m_i = 1, \qquad m_i \gtreqless 0, \qquad F_j(m_1, m_2, \ldots, m_N) \gtreqless 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, N;\ j = 1, 2, \ldots, p)$$

qui, si l'on regarde m_1, m_2, ..., m_N comme des coordonnées dans l'espace E_N définissent un domaine polyédrique convexe (Δ_N) qui est déterminé lorsqu'on en connaît les sommets : les coordonnées de ces derniers sont les solutions des systèmes d'équations et d'inégalités du premier degré que l'on peut former de toutes les façons possibles en remplaçant, dans les relations (1), N — 1 signes $\gtreqless$ par des signes =, de manière à avoir N équations indépendantes.

Lorsque N augmente indéfiniment, l'ensemble des sommets de (Δ_N) tend vers un ensemble continu ou discontinu de points que l'on appellera sommets du domaine (Δ), limite de (Δ_N) car ils jouissent relativement à (Δ) des propriétés des sommets d'un volume polyédrique convexe.

Le domaine (D) est donc le plus petit corps convexe contenant les points G qui correspondent aux sommets de (Δ).

J'appellerai fonction limite de l'ensemble considéré toute fonction dont le point représentatif est un sommet de (Δ).

Considérons une suite de conditions $F_i \gtreqless 0$ ($i = 1, 2, \ldots, n, \ldots$) telles que l'ensemble des fonctions qui en vérifient les m premières dans l'intervalle (a, b) admette pour fonctions limites les fonctions $y_m(x, t)$ dépendant du paramètre t qui peut varier de t_0 à t_1 et les fonctions $u_1(x)$, $u_2(x)$, ..., $u_{\alpha_m}(x)$.

Le domaine (D) correspondant est le plus petit volume convexe contenant les centres de gravité g_k correspondant aux fonctions limites $u_k(x)$ et l'arc de courbe (C_m) lieu des centres de gravité g'_t correspondant aux fonctions limites $y_m(x, t)$.

On a donc

$$(2)\qquad G = \mu_1 g_1 + \mu_2 g_2 + \ldots + \mu_{\alpha_m} g_{\alpha_m} + \int_{t_0}^{t_1} g'_t \, d\mathrm{M}(t),$$

les nombres $\mu \geqq 0$ et la fonction non décroissante $\mathrm{M}(t)$ qui dépendent de l'arc (C) étant tels que

$$\sum_{k=1}^{\alpha_m} \mu_k + \mathrm{M}(t_1) - \mathrm{M}(t_0) = 1.$$

On en déduit les résultats suivants :

1° Les nombres m et n étant donnés, si l'on partage (a, b) en n intervalles égaux $(1), (2), \ldots, (n)$, on peut trouver des nombres $\mu_k^{(n)}$ et $\rho_m^{(n)} \geqq 0$, de somme égale à 1, tels que l'intégrale de la fonction

$$g_i(x) = f(x) - \mu_1^{(n)} u_1(x) - \mu_2^{(n)} u_2(x) - \ldots - \mu_{\alpha_m}^{(n)} u_{\alpha_m}(x) - \rho_m^{(n)} y_m(x, \theta_i)$$

prise dans l'intervalle (i) soit nulle, θ_i étant un nombre de l'intervalle (t_0, t_1) dépendant de i.

2° Si les fonctions $f(x)$ sont continues et si les fonctions $y_m(x, t)$ sont continues par rapport à l'ensemble des variables x et t dans le domaine $a' \leqq x \leqq b'$, $t_0 \leqq t \leqq t_1$, m étant donné, on a, dans l'intervalle (a', b'),

$$(3)\qquad f(x) = \mu_1 u_1(x) + \mu_2 u_2(x) + \ldots + \mu_{\alpha_m} u_{\alpha_m}(x) + \int_{t_0}^{t_1} y_m(x, t) \, d\mathrm{M}(t)$$

les nombres $\mu \geqq 0$ et la fonction non décroissante $\mathrm{M}(t)$ qui dépendent de m étant tels que

$$\sum_{k=1}^{\alpha_m} \mu_k + \mathrm{M}(t_1) - \mathrm{M}(t_0) = 1.$$

Si donc $y_m(x, t)$ tend uniformément vers zéro lorsque m augmente indéfiniment, $f(x)$ est la limite de $\sum_{k=1}^{\alpha_m} \mu_k u_k(x)$.

3° Si, dans les hypothèses précédentes, le plus petit volume contenant l'arc (γ_{m-1}), lieu des points représentatifs des fonctions $y_{m-1}(x, t)$ contient, quel que soit m, les points représentatifs des fonctions $u_{\alpha_{m-1}+1}(x), \ldots, u_{\alpha_m}(x)$ et l'arc (γ_m), on peut écrire la relation (3) avec des coefficients μ_k indépendants de m; si $y_m(x, t)$ tend uniformément vers zéro lorsque m augmente indéfiniment, $f(x)$ est représentable par la série uniformément convergente $\Sigma \mu_k u_k(x)$.

Exemple. — Si

$$\mathrm{F}_i = \lim_{h=0} \left(\frac{1}{h^{i+1}} \Delta^{i+1} f \right)$$

Δ^p étant la différence $p^{\text{ième}}$ correspondant aux accroissements h de x, on a les

fonctions limites

$$u_k(x) = \frac{k}{(b-a)^k}(x-a)^{k-1} \qquad (k = 1, 2, \ldots, m)$$

et

$$y_m(x, t) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq t, \\ \dfrac{m+1}{(b-t)^{m-1}}(x-t)^m & \text{si } x \gtreqless t \quad \text{avec } t \gtreqless a. \end{cases}$$

On vérifie que l'on se trouve dans les conditions du 3° lorsque x varie dans un intervalle quelconque intérieur à (a, b); la formule (3) n'est autre alors que la formule de Taylor, ce qui justifie pour les séries $\Sigma\mu_k u_k(x)$ visées au 3°, l'appellation de séries du type de Taylor. On peut dire aussi que la suite des fonctions $u_k(x)$ constitue une suite convexe complète : une telle suite conserve sa qualité dans une transformation linéaire de l'espace fonctionnel.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur l'oscillation transversale d'un jet liquide.* Note (1) de MM. **Guy Littaye** et **Raymond Siestrunck**, présentée par M. Henri Villat.

Lorsque la vitesse d'un jet liquide augmente, trois régimes de résolution en gouttes apparaissent successivement. A la résolution capillaire de la veine succède l'oscillation transversale du jet, laquelle fait place ensuite à la pulvérisation. Dans le régime oscillant, le jet, issu d'un ajutage soigneusement soustrait à toute vibration (2), apparaît comme plissé sur une photographie instantanée; il effectue des oscillations transversales d'amplitude plus ou moins grande.

Weber (3) explique le phénomène par l'action de l'air sur le jet. Il montre que cette action doit amplifier une déformation accidentelle jusqu'à provoquer la rupture de la veine liquide, ceci étant vrai d'ailleurs que la déformation présente une symétrie de révolution (résolution capillaire) ou non (oscillation transversale). Mais dans ce dernier cas l'amplification ne se produit que pour des vitesses supérieures à une certaine limite V' dépendant du diamètre de l'orifice et de la nature du liquide. Weber détermine quelle doit être la longueur l de la partie continue du jet en fonction de la vitesse; il obtient pour

(1) Séance du 15 février 1943.

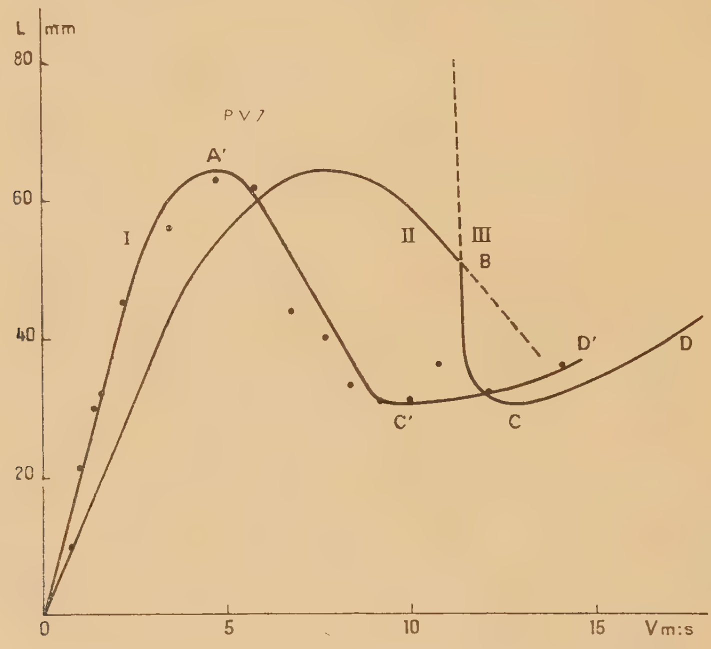
(2) Il ne faut pas confondre ce phénomène avec l'oscillation d'un jet issu d'un orifice animé d'une vibration transversale. Celle-ci s'explique aisément : les diverses particules liquides suivent alors des trajectoires différentes suivant le moment où elles ont quitté l'orifice ce qui donne au jet son aspect caractéristique. Moyennant quelques précautions, nous avons pu éviter dans ce cas la résolution prématurée du jet et obtenir ainsi une veine continue de plusieurs décimètres de longueur, présentant cinq ou six ondes successives.

(3) *Zeits f. Ang. Math. und Mech.*, **11**, 1931, p. 136.

les régimes de résolution capillaire et d'oscillation, respectivement

$$l_2 = k_2 f_2(V) \quad \text{et} \quad l_3 = k_3 f_3(V),$$

k_2 et k_3 désignent des facteurs constants inconnus. A partir des résultats théoriques obtenus par Weber, nous avons tracé ci-dessous les courbes représentant la variation de l_2 et de l_3 en fonction de V pour l'eau et un orifice de diamètre $0^{mm},44$, avec des valeurs de k_2 et k_3 arbitrairement choisies. Toute la théorie de Weber suppose qu'il se produit la déformation entraînant la



Longueur de la veine liquide en fonction de la vitesse du jet.
I, courbe expérimentale; II, régime de résolution capillaire; III, régime oscillant d'après Weber.

résolution la plus rapide du jet, à laquelle correspond la longueur minima de la veine. Pour les valeurs de la vitesse inférieure à V′ la résolution capillaire doit seule se produire; pour les valeurs supérieures à cette limite, l'oscillation transversale ne se produit que si une partie de la courbe III se trouve en dessous de la courbe II comme nous l'avons supposé pour tracer la figure ci-dessus.

Les recherches de Haenlein [4], par lesquelles cet auteur pensait avoir vérifié la théorie de Weber, prêtant à de sérieuses objections, nous avons étudié la résolution d'un jet d'eau issu d'un ajutage de diamètre $0^{mm},44$. Les résultats obtenus sont représentés par la courbe I [5]. La branche OA′ repré-

---

[4] *Forsch. auf dem. Geb. des Ing. Wesens*, 2, 1931, p. 139.

[5] Pour une même vitesse du jet, la longueur de la partie continue de la veine varie sans cesse dans d'assez larges limites. Pour sa valeur nous avons adopté dans chaque cas la moyenne des longueurs obtenues sur quatre photographies instantanées du jet.

sente la résolution capillaire du jet; les branches A′C′ et C′D′ correspondent à l'oscillation transversale ainsi que le montre l'examen de toutes nos photographies. Nous n'avons donc pas observé un régime où la résolution capillaire du jet serait favorisée, par l'action de l'air (régime qui serait représenté par la branche AB dans les courbes de Weber).

On peut voir que le régime oscillant s'établit pour une vitesse beaucoup plus faible que celle prévue par Weber. D'autre part nos photographies montrent que l'oscillation s'amortit souvent avant d'avoir entraîné la résolution du jet, ce qui est contraire à l'hypothèse fondamentale de Weber. Enfin l'un de nous ([6]) a déjà observé qu'un jet issu d'un orifice en paroi mince ne présente d'oscillation transversale à aucune vitesse. Il semble bien que ces observations infirment la théorie de Weber et que l'explication de l'oscillation transversale du jet soit encore à trouver.

HYDRAULIQUE. — *Canal d'amenée recueillant successivement les eaux de quatre lacs*. Note ([1]) de M. **Léopold Escande**, transmise par M. Charles Camichel.

Les sections f, les longueurs L et les vitesses W relatives aux divers canaux en charge constituant le système complexe considéré, sont indiquées sur la figure : les niveaux statiques sont à la même cote dans les quatre lacs. Dans la chambre d'équilibre, de section horizontale F, placée en B, le niveau est à la cote Z, au-dessus du niveau statique, à l'instant t, et possède une vitesse ascensionnelle V; les pressions en hauteur d'eau, au-dessus de la charge statique normale, en A_1, A_2 et A_3, sont Z_1, Z_2, Z_3. Q désignant le débit absorbé par les turbines à l'instant t, on a, pour déterminer les douze fonctions inconnues W_1, W'_1, W_2, W'_2, W_3, W'_3, W, V, Z_1, Z_2, Z_3, Z, les douze équations

$$\frac{L_1}{g}\frac{dW_1}{dt}+Z_1=0,\qquad \frac{L'_1}{g}\frac{dW'_1}{dt}+Z_1=0,\qquad \frac{L_2}{g}\frac{dW_2}{dt}+Z_2-Z_1=0,$$

$$\frac{L'_2}{g}\frac{dW'_2}{dt}+Z_2=0,\qquad \frac{L_3}{g}\frac{dW_3}{dt}+Z_3-Z_2=0,$$

$$\frac{L'_3}{g}\frac{dW'_3}{dt}+Z_3=0,\qquad \frac{L}{g}\frac{dW}{dt}+Z-Z_3=0,\qquad f_1W_1+f'_1W'_1=f_2W_2,$$

$$f_2W_2+f'_2W'_2=f_3W_3,\qquad f_3W_3+f'_3W'_3=fW,\qquad fW=FV+Q,\qquad V=\frac{dZ}{dt}.$$

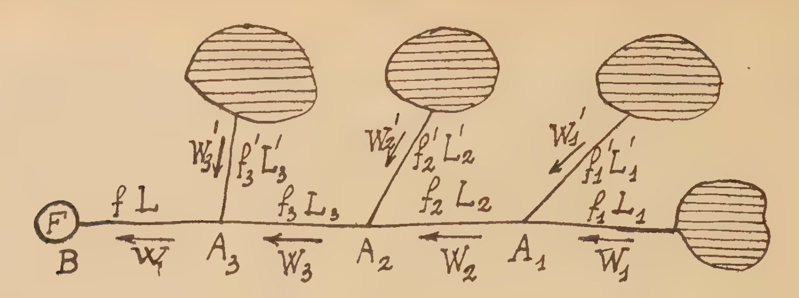
Faisons l'étude du cas le plus important, au point de vue technique, celui

---

([6]) Littaye, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 788.

([1]) Séance du 22 février 1943.

de la fermeture complète instantanée des turbines, à partir du débit



maximum Q_0, absorbé par l'installation : le terme Q devient nul dans le système ci-dessus qui peut être résolu sans difficulté.

En posant

$$(1)\qquad \frac{1}{\omega}=\sqrt{\frac{F}{g}\left(\frac{L}{f}+\cfrac{1}{\frac{f'_3}{L'_3}+\cfrac{1}{\frac{L_3}{f_3}+\cfrac{1}{\frac{f'_2}{L'_2}+\cfrac{1}{\frac{L_2}{f_2}+\cfrac{1}{\frac{f'_1}{L'_1}+\frac{f_1}{L_1}}}}}}\right)},$$

on obtient finalement la relation

$$\frac{d^2Z}{dt^2}+\omega^2 Z=0.$$

Le niveau effectue des oscillations sinusoïdales, de période $T=(2\pi/\omega)$ et l'on a, compte tenu des valeurs initiales W_{10}, W'_{10}, ..., W'_{30}, des vitesses dans les canaux d'amenée, liées d'ailleurs par les conditions de continuité

$$f_1 W_{10}+f'_1 W'_{10}=f_2 W_{20},\qquad f_2 W_{20}+f'_2 W'_{20}=f_3 W_{30},\qquad f_3 W_{30}+f'_3 W'_{30}=f W_0=Q_0,$$

les résultats suivants :

$$Z=\frac{Q_0}{F\omega}\sin\omega t,\qquad W=\frac{Q_0}{f}\cos\omega t,\qquad V=\frac{Q_0}{F}\cos\omega t,$$

$$W_1=W_{10}-\frac{Q_0}{KL_1}(1-\cos\omega t),\qquad W'_1=W'_{10}-\frac{Q_0}{KL'_1}(1-\cos\omega t),$$

$$W_2=W_{20}-\frac{Q_0}{Kf_2}\left(\frac{f_1}{L_1}+\frac{f'_1}{L'_1}\right)(1-\cos\omega t),$$

$$W'_2=W'_{20}-\frac{Q_0}{KL'_2}\left[1+\frac{L_2}{f_2}\left(\frac{f_1}{L_1}+\frac{f'_1}{L'_1}\right)\right](1-\cos\omega t),$$

$$W_3=W_{30}-\frac{Q_0}{K}\frac{f'_2}{f_3 L'_2}\left[1+\left(\frac{f_1}{L_1}+\frac{f'_1}{L'_1}\right)\left(\frac{L_2}{f_2}+\frac{L'_2}{f'_2}\right)\right](1-\cos\omega t).$$

$$W'_3=W'_{30}-\frac{Q_0}{KL'_3}\left[1+\frac{f'_2 L_3}{f_3 L'_2}+\left(\frac{f_1}{L_1}+\frac{f'_1}{L'_1}\right)\left(\frac{L_2}{f_2}+\frac{L_3}{f_3}+\frac{f'_2 L_2 L_3}{f_2 f_3 L'_2}\right)\right](1-\cos\omega t),$$

$$Z_1=\frac{Q_0\omega}{gK}\sin\omega t.\qquad Z_2=\frac{Q_0 L_2\omega}{gL'_2 K}\left[1+\frac{L_2}{f_2}\left(\frac{f_1}{L_1}+\frac{f'_1}{L'_1}\right)\right]\sin\omega t.$$

$$Z_3=\frac{Q_0 L_3\omega}{gL'_3 K}\left[1+\frac{f'_2 L_3}{f_3 L'_2}+\left(\frac{f_1}{L_1}+\frac{f'_1}{L'_1}\right)\left(\frac{L_2}{f_2}+\frac{L_3}{f_3}+\frac{f'_2 L_2 L_3}{f_2 f_3 L'_2}\right)\right]\sin\omega t.$$

en posant

$$K = \frac{f'_2}{L'_2} + \frac{f'_3}{L'_3} + \left(\frac{f_1}{L_1} + \frac{f'_1}{L'_1}\right)\left(1 + \frac{f'_2 L_2}{f_2 L'_2} + \frac{f'_3 L_2}{f_2 L'_3} + \frac{f'_3 L_3}{f_3 L'_3} + \frac{f'_2 f'_3 L_2 L_3}{f_2 f_3 L'_2 L'_3}\right) + \frac{f'_2 f'_3 L_3}{f_3 L'_2 L'_3}.$$

Le problème étant ainsi entièrement résolu, il résulte des calculs précédents et, en particulier, de l'expression (1) de la pulsation ω, que l'ensemble complexe des ouvrages d'amenée est équivalent, au point de vue des oscillations dans la chambre d'équilibre, à un canal unique, de section *arbitraire* f' de longueur L' donnée par

$$\frac{L'}{f'} = \frac{L}{f} + \cfrac{1}{\cfrac{f'_3}{L'_3} + \cfrac{1}{\cfrac{L_3}{f_3} + \cfrac{1}{\cfrac{f'_2}{L'_2} + \cfrac{1}{\cfrac{L_2}{f_2} + \cfrac{1}{\cfrac{f'_1}{L'_1} + \cfrac{f_1}{L_1}}}}}}.$$

RELATIVITÉ. — *Sur le choc de deux particules relativistes.*
Note (1) de M. **René Dugas.**

1. Considérons deux particules de masses m et m' variables respectivement avec leurs vitesses v et v' suivant la loi de la relativité restreinte.

Pour calculer l'effet d'un choc mutuel de ces deux particules, il est toujours possible de choisir un repère où le centre des masses *actuelles* des deux particules demeure immobile au cours du choc, ceci en vertu de la conservation de la quantité de mouvement totale. En outre, il est loisible de substituer, à la recherche des vitesses, celle des masses après le choc.

Soient, dans un tel repère, m_1 et v_1 la masse et la vitesse avant le choc de l'une des particules, m_2 et v_2 les quantités analogues après le choc; m'_1, v'_1, m'_2, v'_2 les quantités correspondantes pour l'autre particule. Nous écrirons :

$$(A) \qquad \left\{\begin{aligned} m_1 v_1 + m'_1 v'_1 &= 0, \\ m_2 v_2 + m'_2 v'_2 &= 0, \\ \alpha(m_1 + m'_1) &= m_2 + m'_2. \end{aligned}\right.$$

La dernière équation exprime la conservation de l'énergie, à un coefficient positif $\alpha < 1$ près.

Exprimant alors les vitesses v et v' de chaque particule en fonction des masses m et m' respectivement

$$v = \frac{c}{m}\sqrt{m^2 - m_0^2}, \qquad v' = \frac{c}{m'}\sqrt{m'^2 - m_0'^2},$$

la seconde équation (A) se réduit à

$$m_2^2 - m_2'^2 = m_0^2 - m_0'^2.$$

(1) Séance du 25 janvier 1943.

Compte tenu de la troisième équation (A), nous obtenons immédiatement l'expression des masses m_2 et m'_2 après le choc sous la forme particulièrement simple

$$(B)\quad \begin{cases} 2m_2 = \alpha(m_1 + m'_1) + \dfrac{m_0 + m'_0}{\alpha(m_1 + m'_1)}(m_0 - m'_0), \\ 2m'_2 = \alpha(m_1 + m'_1) + \dfrac{m_0 + m'_0}{\alpha(m_1 + m'_1)}(m'_0 - m_0). \end{cases}$$

Le choc est élastique si $\alpha = 1$. Si le choc est parfaitement mou, α se réduit à sa plus petite valeur possible : $\alpha = m_0 + m'_0/m_1 + m'_1$. Dans ce dernier cas, en revenant de la masse à l'énergie dans la dernière équation (A), on constate que la perte d'énergie est égale à la somme des énergies cinétiques dues aux vitesses perdues, résultat qui généralise l'énoncé classique de Carnot.

2. Le calcul précédent constitue l'extension la plus naturelle de la théorie classique du choc, mais il ne retient de la relativité restreinte que la seule variation de la masse avec la vitesse, sans respecter (en dehors du cas élastique) la solidarité entre quantité de mouvement et énergie. Cette solidarité s'exprime, dans la théorie relativiste complète, par l'existence d'un quadrivecteur d'impulsion $\vec{J}\left(m\vec{v}, (i/c)E\right)$ pour toute particule. Au cours d'un choc entre deux particules il y a, *contrairement à l'axiomatique classique*, conservation dans tous les cas de l'impulsion totale du système. Si le choc est parfaitement mou, les équations (A) ci-dessus

$$v_2 = v'_2 = 0, \qquad \alpha(m_1 + m'_1) = m_0 + m'_0,$$

sans être contradictoires *en soi*, sont incompatibles avec la théorie relativiste complète. Dans celle-ci, la nullité de v_2 et de v'_2 oblige à admettre, avec Becker [2], que la masse au repos M_0 de l'ensemble des deux particules unies après le choc diffère de la somme des masses au repos individuelles des particules avant le choc :

$$M_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \dfrac{v_1^2}{c^2}}} + \frac{m'_0}{\sqrt{1 - \dfrac{v_1'^2}{c^2}}}.$$

En bref, seul le cas élastique est un point de convergence entre une extension de la théorie classique du choc et la théorie relativiste complète. Il reste que pour $\alpha = 1$ les relations (B) peuvent présenter quelque intérêt, en raison de leur simplicité formelle, pour caractériser l'état des particules après le choc.

---

[2] *Théorie des Électrons*, traduction française, Paris, 1938, p. 386.

PHYSIQUE. — *Sur les systèmes d'équations auxquels conduit la méthode de la* moindre imprécision. Note [1] de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous avons montré [2], [3], [4] comment *la moindre imprécision* permettait de résoudre le problème de la plus sûre détermination des éléments expérimentaux. Le calcul se ramenait à une question d'analyse indéterminée dont nous avons pu indiquer, en passant, la solution, dans les cas les plus simples (paramètres linéaires, inconnues liées par une ou deux équations linéaires seulement). La recherche des valeurs régularisées, ou l'étude de la formulation dans le cas général, conduit à des systèmes de trois équations au moins, dont la solution est beaucoup plus difficile, parce que le problème devient très complexe, et que *l'intuition*, cette fois, fait complètement défaut.

1. Il est cependant un cas où la question reste assez simple, bien que les paramètres ne figurent pas linéairement dans la formule représentative : c'est celui où elle se réduit à une fonction d'expression linéaire $f(Ax+B)$. Soit Y cette expression linéaire, qui peut s'écrire $\varphi(y)$, φ étant la fonction inverse de f. On peut relier les paramètres A et B aux Y_i par les formules déjà signalées [2] ($2N+1$ ordonnées, par exemple)

$$(1)\quad \begin{cases} A = a_1 Y_1 + a_2 Y_2 + \ldots + a_N Y_N - a_N Y_{N+2} - \ldots - a_2 Y_{2N} - a_1 Y_{2N+1}, \\ B = b_1 Y_1 + b_2 Y_2 + \ldots + b_N Y_N + b_{N+1} Y_{N+1} + b_N Y_{N+2} + \ldots + b_2 Y_{2N} + b_1 Y_{2N+1}. \end{cases}$$

La variation δA, par exemple, se calcule immédiatement à partir des δy_i, en passant par les δY_i ($\delta y_i = f'_i\, \delta Y_i$). La suite des coefficients de δy_i est $a_1 : f'_1$, $a_2 : f'_2$, ..., $a_2 : f'_{2N}$, $a_1 : f'_{2N+1}$. Les a_i sont liés d'autre part par l'équation linéaire unique déjà vue

$$(2)\qquad 2Na_1 + 2(N-1)a_2 + \ldots + 4a_{N-1} + 2a_N = 1.$$

Si l'on cherche indépendamment la meilleure détermination de chacun des paramètres [2], on doit rendre minimum en valeur absolue les coefficients de δy_i; et comme chacun des a_i figure dans deux coefficients, $a_i : f'_i$, $a_i : f'_{2N+2-i}$, on réalisera le minimum cherché en considérant, pour chaque valeur de i, le plus grand en valeur absolue de ces deux quotients, et en les posant pour égaux entre eux. L'équation (2) détermine alors complètement les a_i. On opère de même pour les b_i.

Si l'on cherche la meilleure détermination de la courbe [3] y dans son ensemble, on différencie y par rapport à A et B, et l'on substitue à δA et δB

---

[1] Séance du 4 janvier 1943.
[2] *Comptes rendus*, 215, 1942, p. 568.
[3] *Ibid.*, 216, 1943, p. 33.
[4] *Ibid.*, 216, 1943, p. 148.

leurs expressions en fonction des δy_i tirées de (1). On obtient ainsi l'expression de δy en fonction des δy_i, les coefficients étant les binomes $(ax+b)$. On est ramené au problème traité [3]. En apparence on est revenu, par anamorphose, à une expression linéaire; mais le fait de procéder ainsi, ici, ne justifierait pas l'emploi de l'anamorphose pour passer, en tirant une droite, au mieux, à travers les points expérimentaux transformés; car, ici, les coefficients a_i et b_i ont été déterminés effectivement d'après les y_i, tandis que, dans l'anamorphose graphique, on ne s'occuperait que des Y_i, dont la disposition sur le graphique est toute différente de celle des y_i.

2. La solution des équations isolées, ou des systèmes de deux équations, que nous avons rencontrées, était à peu près *évidente*; toutefois, dans le cas de la meilleure détermination [3] d'une expression linéaire considérée dans son ensemble (groupe de coefficients tous égaux à M, groupe de coefficients tous égaux à $-$M, coefficient ayant une valeur intermédiaire R), il n'était pas évident (mais les tâtonnements systématiques l'ont confirmé) que la valeur R ne devait être prise que par un coefficient unique.

Dans le cas des systèmes de trois équations rencontrés [2], [4], la solution a été cherchée par *analogie*. Il fallait que les inconnues eussent des valeurs, soit positives, soit négatives : les plus petites valeurs absolues, *a priori*, devaient être réalisées si elles étaient égales. Cette valeur absolue était une inconnue; comme il y avait deux autres équations de condition, on avait l'idée de considérer deux autres groupes de termes ayant chacun une valeur commune intermédiaire. En sorte qu'un premier groupe d'inconnues aurait la valeur P, un deuxième groupe la valeur quelconque Q, un troisième, la valeur $-$P, et le quatrième la valeur quelconque R. Le groupe ($-$P) peut d'ailleurs manquer. La contenance de chacun des groupes est déterminée par la condition que $|Q|$ et $|R|$ soient inférieurs à $|P|$, ou voisins de $|P|$, et que $|P|$ soit aussi réduit que possible (en fait, les tâtonnements méthodiques se sont révélés au moins aussi simples).

Nous avons étudié numériquement, dans le cas de 9 et dans le cas de 11 inconnues, le système

$$\sum_{-N}^{N} a_i = 0, \qquad \sum_{-N}^{N} i\,a_i = 0, \qquad \sum_{-N}^{N} i^2 a_i = N^2;$$

avec 9 inconnues, les deux premières sont égales à $P = 88:259$, la 3ᵉ vaut $Q = -32:259$, les 4ᵉ, 5ᵉ, 6ᵉ et 7ᵉ valent $-P$, les deux dernières valent $R = 104:259 = 0{,}401\ldots$.

avec 11 inconnues, les deux premières valent $P = 525:1636 = 0{,}3209\ldots$, la 3ᵉ vaut $Q = 225:1636$, les 4ᵉ, 5ᵉ, 6ᵉ, 7ᵉ et 8ᵉ valent $-P$, les trois dernières valent $R = 450:1636$.

L'étude du système

$$\sum a_i = 1, \qquad \sum i\,a_i = N, \qquad \sum i^2 a_i = N^2,$$

pour les valeurs entières de i allant de $-$ N à $+$ N, ou pour les valeurs impaires de i allant aussi de $-$ N à $+$ N, système que l'on rencontre ([2]) dans le calcul d'une ordonnée régularisée au moyen de celles qui la suivent, a été plus complète. La plus grande valeur des inconnues est une fonction irrégulière de leur nombre, comme le montre le tableau ci-dessous

3 inconnues...	1,00000	8 inconnues...	0,47917	12 inconnues...	0,34000
4 » ...	1,00000	9 » ...	0,44827	13 » ...	0,29762
5 » ...	0,66667	10 » ...	0,39333	14 » ...	0,29551
6 » ...	0,55555	11 » ...	0,35353	15 » ...	0,20513
7 » ...	0,53125				

La *régularisation* d'une ordonnée par les ordonnées qui la suivent est, d'après cela, particulièrement intéressante dans le cas de 15 ordonnées. Voici les formules pour 9, 10, 15 ordonnées :

$$29(y_1) = 13(y_1+y_2+y_3) + 2(y_4+y_5) - 13(y_6+y_7) + 6(y_8+y_9),$$

$$3(y_1) = 1,18(y_1+y_2+y_3) + 0,78(y_4+y_5) - 1,18(y_6+y_7+y_8) + 0,72(y_9+y_{10}),$$

$$624(y_1) = 128(y_1+y_2+y_3+y_4+y_5+y_6+y_7) - 41(y_8+y_9+y_{10}+y_{11}+y_{12}+y_{13}) - 13(y_{14}+y_{15}).$$

Dans cette dernière formule, l'influence individuelle des ordonnées prépondérantes est divisée par 5.

SPECTROSCOPIE. — *Absorption ultraviolette des solutions d'acide ascorbique. Vérification de la loi de Beer.* Note ([1]) de Mlle **Sylvanie Guinand**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous avons montré ([2]) que la loi de Beer était vérifiée pour des concentrations variant de 10^{-6} à 10^{-4} g/cm³. Les mesures avaient été faites avec la cuve de Baly permettant d'obtenir des épaisseurs de 10 à $0^{cm},001$. La loi de Beer ne semblait pas vérifiée pour les solutions de concentration 10^{-3} g/cm³ sous $0^{cm},01$ en raison de l'imprécision des mesures d'épaisseur.

Nous avons repris ces mesures grâce à la cuve spéciale de M. Vodar et de Mlle Délivré ([3]). Cette cuve, composée de deux lames de quartz, forme coin et permet par un jeu de cales d'obtenir des épaisseurs de 400^{μ} environ à $0^{\mu},1$.

J'ai, au préalable, étalonné les cales dont je me suis servie, par la méthode interférentielle du coin d'air. Lorsque l'on opère avec des épaisseurs de 400 à 90^{μ}, les mesures sont reproductibles et les cales étalonnées une fois pour toutes. Pour des cales d'épaisseurs plus faibles, il est nécessaire de tracer, à

---

(1) Séance du 22 février 1943.

(2) S. Guinand et B. Vodar, *Comptes rendus*, 213, 1941, p. 526.

(3) Mlle Délivré, *Dipl. d'Études supérieures*, Paris, 1942; B. Vodar, *Soc. Franç. de Phys.*, 19 février 1943.

chaque expérience, la courbe d'étalonnage de l'épaisseur en fonction de la distance à l'arête. De 90 à 5^{μ}, cette courbe est rigoureusement une droite, tandis que pour des cales d'épaisseur inférieure à 5^{μ} elle s'en écarte sensiblement.

Ces mesures sont faites sur la solution elle-même en tenant compte de l'indice de réfraction de la solution pour la radiation monochromatique utilisée.

Les solutions, préparées selon la technique habituelle, sont ramenées à un pH variant de 6 à 10, au moyen de NaOH, le coefficient d'absorption étant indépendant du pH dans cet intervalle. Les épaisseurs que j'ai utilisées vont de 100^{μ} à $0^{\mu},2$.

Les valeurs des coefficients d'extinction $\varepsilon[\varepsilon=(1/Cl)\log(I/I_0)$, l en cm, C en g/cm^3] en fonction de la concentration sont résumées dans le tableau suivant [4] :

C g/cm^3	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	2.10^{-1}	$2,83.10^{-1}$
C mol/l	0,0056	0,056	0,56	1,12	1,61
$\varepsilon.10^{-5}$	78	80,4	78	77	132

Nous voyons que la loi de Beer est vérifiée jusqu'à la concentration 2.10^{-1}; elle ne l'est plus pour la concentration $2,83.10^{-1}$ g/cm^3 qui correspond à la limite de solubilité de l'acide ascorbique en solution dans l'eau (30 % environ). Nous pouvons donc admettre que l'absorption est indépendante de la concentration pour des solutions dont la concentration varie de 10^{-6} à 2.10^{-1} g/cm^3.

Cette validité de la loi de Beer indique que l'ion chromophore est dissimulé et à l'abri des influences du solvant. De plus, elle permet de doser sûrement l'acide ascorbique par la méthode spectrophotométrique.

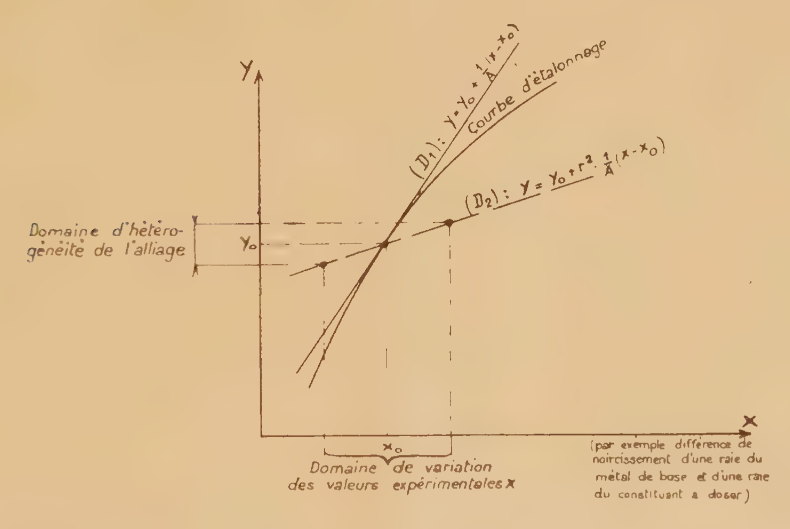
SPECTROGRAPHIE. — *Étude expérimentale de l'hétérogénéité d'un alliage par les méthodes d'analyse spectrochimique quantitative.* Note de M. **Robert Girschig**, présentée par M. Léon Guillet.

Les méthodes d'analyse spectrochimique quantitative ne nécessitant que des prélèvements de très faible volume, ce procédé peut être utilisé pour étudier l'hétérogénéité chimique d'un alliage, sous réserve que les différences des concentrations locales y^i à mettre en évidence ne soient pas très inférieures à la dispersion propre de la méthode d'analyse, comme je me propose de le préciser dans cette Note.

Je supposerai essentiellement : 1° que l'échantillon à analyser est macroscopiquement homogène, c'est-à-dire que la teneur moyenne y_0 à l'intérieur d'une sphère de centre A, dont le volume est très supérieur au prélèvement nécessaire pour chaque analyse, est indépendante des coordonnées du point A ; 2° que la distribution des valeurs des concentrations locales y^i peut être représentée par

(4) Les valeurs de ε sont inférieures à celles que nous avions trouvées précédemment (2), l'échantillon utilisé datant de deux ans.

une loi de Gauss de valeur centrale y_0 et d'écart type σ_y. Le dosage s'effectue en mesurant, sur le spectrogramme de l'échantillon à analyser, une grandeur x reliée à la concentration y par une *courbe d'étalonnage* déterminée expérimentalement, et répondant à une équation de la forme $x = f(y, z^1, \ldots, z^i)$. Cette fonction fait intervenir, d'une façon d'ailleurs inconnue, une série de facteurs (1) expérimentaux $z^1, \ldots, z^i$ qu'on s'efforce de maintenir pratiquement constants. Dans un assez faible domaine de variation de la concentration y, on peut considérer les z^i comme indépendants des valeurs de y et écrire : $x = x_0 + (y - y_0)\frac{\partial f_0}{\partial y} + \sum (z^i - z^i_0)\frac{\partial f_0}{\partial z^i}$. On peut admettre que la quantité $z = \sum_i (z^i - z^i_0)\frac{\partial f_0}{\partial z^i}$ est une variable aléatoire d'espérance mathématique nulle obéissant à une loi de Gauss d'écart type σ_z. En posant $X = x - x_0$, $Y = y - y_0$, on pourra écrire $X = Y\frac{\partial f_0}{\partial y} + Z = A.Y + Z$. La quantité X apparaît alors comme une aléatoire d'écart type $\sigma^2_x = A^2.\sigma^2_y + \sigma^2_z$. En choisissant une substance parfaitement homogène, on peut atteindre expérimentalement la valeur σ_z qui caractérise la dispersion propre à la méthode d'analyse



spectrochimique. Les variables X et Y sont en corrélation positive. Le coefficient de corrélation a pour valeur, $r^2 = \frac{A^2.\sigma^2_y}{\sigma^2_x}$. La droite ($D_1$) de régression de x en y est confondue avec la tangente au point $x_0 y_0$ de la courbe d'étalonnage. La droite de régression (D_2) de y en x a pour équation

$$E(y) = y_0 + \frac{r^2}{A}(x - x_0).$$

(1) Parmi lesquels on peut citer les conditions d'excitation du spectre, la forme et l'état de surface des électrodes, les caractéristiques de la plaque photographique, les erreurs de photométrie.

La détermination expérimentale de cette droite est capitale, car c'est par son intermédiaire que l'on peut relier le domaine de variation des valeurs expérimentales de la variable x à l'hétérogénéité de l'alliage étudié : la composition la plus probable correspondant à une valeur donnée x est en effet égale à l'ordonnée y du point de (D_2) d'abscisse x. On pourra tracer (D_2) à partir de (D_1), si l'on sait estimer la valeur du coefficient de corrélation r. Or on peut écrire $r^2 = \frac{A^2 . \sigma_y^2}{\sigma_x^2} = \frac{\sigma_x^2 - \sigma_z^2}{\sigma_x^2} = 1 - \frac{\sigma_z^2}{\sigma_x^2}$, et l'on sait estimer les écarts types σ_x et σ_z à partir des résultats expérimentaux.

Champ d'application de la méthode. — L'hétérogénéité de l'alliage ne pourra être fixée avec précision à partir des valeurs expérimentales x qu'à la condition que l'écart type lié $\sigma_y^{(x)}$ soit petit par rapport à σ_y. On sait que

$$\sigma_y^{x} = \sigma_y . \sqrt{1 - r^2} = \sigma_y . \left(1 + \frac{A^2 . \sigma_y^2}{\sigma_z^2}\right)^{-\frac{1}{2}}.$$

1° Si la dispersion σ_z propre à la méthode de mesure est grande par rapport à l'hétérogénéité σ_y à mettre en évidence, l'écart type lié $\sigma_y^{(x)}$ est égal à σ_y. La valeur expérimentale du coefficient de corrélation r est très voisine de 0. La droite (D_2), qui est sensiblement horizontale, ne présente plus d'intérêt pour chiffrer l'hétérogénéité de l'alliage, qui ne peut être mise en évidence par voie spectrographique.

2° Lorsque au contraire σ_z est beaucoup plus faible que σ_y, la dispersion liée $\sigma_y^{(x)} = \frac{\sigma_z}{A}$ est très faible par rapport à σ_y. La valeur expérimentale du coefficient de corrélation est très voisine de l'unité; (D_2) se confond presque avec (D_1). La méthode spectrographique permet de chiffrer avec une grande précision l'hétérogénéité de l'alliage étudié.

3° Dans les cas intermédiaires ($r > 0,5$), on peut encore évaluer, à l'aide de la droite (D_2), l'hétérogénéité de l'alliage avec une précision relative d'autant plus grande que la valeur du rapport $\frac{\sigma_y^{(x)}}{\sigma_y} = \sqrt{1 - r^2} = \frac{\sigma_z}{\sigma_x}$ est plus faible.

Je poursuis actuellement, pour divers alliages homogènes, la détermination expérimentale des dispersions σ_z propres à la méthode spectrographique.

RADIOÉLECTRICITÉ. — *Le mécanisme des évanouissements brusques des ondes radioélectriques.* Note [1] de M. **Raymond Jouaust**, présentée par M. Charles Maurain.

Il est certain aujourd'hui que les évanouissements brusques des ondes radioélectriques courtes sont provoqués par les éruptions chromosphériques et sont dus à une augmentation considérable de l'ionisation de la région de l'ionosphère située à l'altitude de 80^{km} (région D).

---

[1] Séance du 30 novembre 1942.

On doit se demander comment les éruptions, qui n'intéressent qu'une partie restreinte de la surface solaire et n'ont dans le domaine des radiations visuelles qu'une brillance un peu supérieure à celle de la surface, peuvent avoir un tel retentissement sur notre atmosphère.

Edlen avait supposé que cette ionisation était due à la présence, au-dessus des facules, d'atomes Fe_{13} et Ni_{15} émettant par conséquent des rayons X.

Mais ce seraient des rayons très mous, très absorbables par l'air et qui devraient agir sur les régions E et F de l'ionosphère. Or celles-ci ne sont pas modifiées au cours des évanouissements.

Le mécanisme de l'augmentation d'ionisation de la région D nous paraît être le suivant :

A cette altitude ne peuvent parvenir que les radiations supérieures à 1750 Å. Or normalement ces radiations ne peuvent provenir que de la photosphère ou des couches basses de la chromosphère ; les couches supérieures de la chromosphère composées presque uniquement d'atomes ionisés n'émettent que de l'ultraviolet lointain et en même temps elles absorbent le proche ultraviolet émis par la photosphère qui contribue précisément à leur ionisation.

Les éruptions amènent, à la surface de la chromosphère, des matières provenant des couches profondes, comme le montre leur spectre analogue au spectre éclair. Il y a donc production, dans les éruptions, de proche ultraviolet atteignant notre atmosphère sans aucune absorption, et susceptible par conséquent d'avoir une action plus intense que les radiations identiques, partiellement absorbées, émises normalement par le Soleil.

PHOTOÉLECTRICITÉ. — *Un montage pour l'amplification des courants photoélectriques très faibles.* Note (1) de MM. **André Blanc-Lapierre** et **Georges Goudet**, présentée par M. Aimé Cotton.

L'amplification des courants photoélectriques très faibles est généralement réalisée à l'aide d'amplificateurs à lampes à courant continu. Grâce à l'utilisation d'une très forte résistance d'entrée, il est possible d'obtenir un gain élevé; de plus, pour les couches sensibles dans le visible et l'infrarouge, l'émission thermoélectronique est notable. Le bruit de fond dû à l'amplificateur est alors inférieur à celui qui résulte de la cellule elle-même. Cependant la présence d'une forte résistance d'entrée pose des problèmes d'isolement et de stabilité et diminue pratiquement les possibilités théoriques de l'appareil; en outre, celui-ci est très sensible aux variations des tensions d'alimentation.

Le procédé d'amplification par électrons secondaires (2) permet de réaliser

---

(1) Séance du 25 janvier 1943.

(2) Zworykin, *Journal of the Institut of Electrical Engineers*, 79, 1936, p. 1; Zworykin, Morton et Malter, *Procedings of the Institut of Radio Engineers*, 24, 1936, p. 351.

un montage d'une sensibilité théorique égale, mais qui ne présente pas les inconvénients précédents. Nous avons utilisé un dispositif constitué par une cellule photoélectrique au cæsium, de surface $1^{cm^2},5$ suivie d'un multiplicateur électronique à 10 étages, à focalisation magnétique. Cet appareil est alimenté par un redresseur à lampes qui fournit une tension continue totale V, variable de 1000 à 2000 volts, et excite un électroaimant producteur du champ magnétique; la valeur de celui-ci doit être ajustée en fonction de V.

Gain du multiplicateur. — Nous avons mesuré l'amplification en courant du multiplicateur pour diverses valeurs de la tension V; les résultats sont les suivants :

V	1200	1550	1870
Amplification	$0,135.10^5$	$1,24.10^5$	$3,38.10^5$

Bruit de fond. — Nous avons amplifié commodément les courants donnés par le multiplicateur en modulant la lumière par un disque tournant à fentes et en utilisant un amplificateur accordé répondant aux caractéristiques suivantes :

Fréquence, 1000 Hz. Bande passante, 30 Hz. Résistance d'entrée, $1,5.10^6$ ohms. Gain, 10000. Bruit de fond, inférieur à 1 micro-volt.

Les tensions de sortie sont mesurées sur un voltmètre à diode, dont la constante de temps est de l'ordre de la seconde.

Toute l'installation est alimentée à partir du secteur alternatif. En l'absence de signal, le voltmètre donne l'indication moyenne x, qui provient des composantes du bruit de fond dans la bande de fréquences amplifiée. Autour de cette valeur moyenne existent des fluctuations qui limitent la précision de la lecture à une valeur ε; à cette incertitude correspond la plus petite tension alternative décelable : sa valeur efficace α peut être calculée, compte tenu de ce que le voltmètre est quadratique dans le domaine d'utilisation, par la formule $\alpha = \sqrt{2x\varepsilon}$. Les valeurs de x, ε et α ainsi que les valeurs efficaces I_x et I_α des courants d'entrée correspondants sont rassemblées dans le tableau suivant :

	V volts.	x volts.	ε volts.	α volts.	I_x amp.	I_α amp.
A	1200	0,35	0,05	0,19	17.10^{-16}	$9,2.10^{-16}$
B	1550	3	0,5	1,7	16.10^{-16}	$9,2.10^{-16}$
C	1870	17	5	13	34.10^{-16}	$26\ .10^{-16}$

Le plus petit courant photoélectrique décelable a une valeur efficace $I_\alpha = 9.10^{-16}$ a. En l'absence de disque modulateur, il lui correspondrait un courant continu d'intensité $I_\alpha(\pi\sqrt{2}/2) = 2.10^{-15}$ a. Le bruit de fond est le même pour les expériences A et B; il croît dans l'expérience C où le multiplicateur est soumis à un régime plus poussé. Cet accroissement est certainement dû à des causes secondaires dans le multiplicateur ([3]).

([3]) H. BRUINING, *Die Sekundär-Elektronen-Emission fester Körper*, Berlin, 1942.

Dans les cas A et B, il peut être attribué uniquement aux composantes utiles des fluctuations du courant thermoélectronique de la couche photoélectrique ($Cs—Cs^2O—Ag$) qui est de l'ordre 2.10^{-13} amp/cm² à 20° : à partir de cette valeur et de la sélectivité du montage, il est en effet possible de calculer la valeur moyenne x' et l'écart quadratique moyen ε' ainsi que les courants d'entrée correspondants $I_{x'}$ et $I_{\alpha'}$ (4). Si l'on admet que deux lectures sont distinctes lorsqu'elles diffèrent au moins de ε', $I_{x'}$ sera le plus petit courant décelable. On trouve ainsi $I_{x'} = 18.10^{-16}$ a. et $I_{x'} = 8.10^{-16}$ a., en accord avec les valeurs expérimentales.

Il nous a paru intéressant d'étudier les possibilités du multiplicateur associé directement à un galvanomètre; les résultats expérimentaux sont les suivants :

$V = 1550$ volts, $x = 420.10^{-10}$ a., $I_x = 340.10^{-15}$ a., $\varepsilon = 7,5.10^{-10}$ a.

Le plus petit courant décelable correspondant à ε est donc $I = 6.10^{-15}$ a. Le pouvoir séparateur du montage est 3 fois moins bon que précédemment. Or, pour le galvanomètre utilisé (période 12 s, amortissement critique), les fluctuations dues à l'effet thermoélectronique devraient conduire à un pouvoir séparateur inférieur à 4.10^{-16} a. Les dérives des tensions d'alimentation sont vraisemblablement la cause de ce désaccord.

L'association du multiplicateur et d'un amplificateur à courant alternatif, qui les élimine constitue le montage le plus commode et le plus fidèle et sa sensibilité est pratiquement supérieure à celle du dernier montage envisagé.

CHIMIE MINÉRALE. — *Glucinate de magnésium et glucinate de baryum.*

Note de Mlle **Marie-Louise Quinet.**

J'ai étudié la préparation des glucinates de magnésium et de baryum, qui appartiennent tous deux au même groupe de la classification de Mendeleieff.

A. Action d'un sel sur un glucinate alcalin. — *Mode opératoire.* — Je dissous $0^{mol},01$ de sel de glucinium (sulfate ou chlorure) dans 10^{cm^3} d'eau et je traite par un volume de soude ou de potasse en excès de façon qu'il y ait redissolution de l'hydroxyde en solution basique. J'ajoute le sel de baryum ou de magnésium dissous dans l'eau en quantité telle que le rapport variable M/Be soit bien connu; il y a alors formation d'un précipité abondant puisqu'il se forme des hydroxydes susceptibles de se combiner au glucinate alcalin.

J'ajoute alors une quantité variable de soude ou de potasse, puis de l'eau, de façon à avoir un poids total de 100^g et une basicité constante dans chaque série d'expériences.

Méthode d'analyse. — Le précipité pouvant être formé de plusieurs corps,

(4) A. Blanc-Lapierre, *Comptes rendus*, 216, 1943, p. 42.

j'analyse la solution pour les deux métaux; à partir du poids total de solution je calcule, par différence avec le poids total des corps utilisés, la composition du précipité. Le calcul d'erreur montre que l'approximation sur cette composition est de 3 à 4 %.

Résultats. — 1° *Avec le chlorure ou le sulfate de magnésium et les hydroxydes de sodium ou de potassium.*

Après réaction, il y a donc en solution, outre les hydroxydes nouvellement formés, des sulfates ou des chlorures de potassium ou de sodium. J'ai vérifié que les ions de ces derniers sels n'agissaient pas sur l'hydrolyse du glucinate.

Je fais varier de 0,1 à 5 le rapport Mg/Be des sels mis en présence.

La concentration en base ne doit pas être supérieure à une molécule au litre, car il y aurait attaque lente du glucinate formé, et elle ne doit pas être inférieure à 0,1 N, car il y aurait alors hydrolyse du glucinate. Mais, lorsque la quantité de base libre est constante et voisine d'une demi-molécule par litre, la quantité de sel de glucinium restant en solution diminue lorsque croît le rapport Mg/Be pour devenir nulle lorsque ce rapport devient $\geqq 3$.

La solution *ne contient jamais de magnésium*, ce que je vérifie par le dosage à l'oxyquinoléine en milieu basique avec addition de tartrate de sodium.

Lorsque le rapport Mg/Be est inférieur à 3, je peux calculer, d'après le poids de glucinium en solution, le poids de glucinium dans le précipité par rapport au poids du magnésium précipité.

On obtient les résultats ci-dessous :

Rapport moléculaire Mg/Be initial ...	0,5	1	2	3	4
Ion Be en solution	0,0083	0,0067	0,0034	0	0
Mg/Be calculé dans le précipité......	2,95	3,01	2,97	3	4

On peut ainsi conclure à la formation d'un glucinate de magnésium BeO^4Mg^3, yH^2O ou $BeO, 3MgO, yH^2O$.

2° *Avec les sels de baryum.* — Les expériences précédentes ont été répétées dans les mêmes conditions, mais avec les chlorures seulement. Comme dans les expériences précédentes, il se produit les mêmes phénomènes lorsque la concentration en base est égale ou supérieure à la solution normale, ou inférieure à la solution décinormale. Entre ces deux valeurs, lorsque le rapport Ba/Be des sels mis en présence varie de 1 à 4, le rapport des ions Ba/Be dosés *dans la solution*, après précipitation par l'hydroxyde alcalin, reste constant et égal à $1 \pm 0,04$, ce qui correspond à la formule $[BeO^2Ba, pH^2O]$: dans le cas du magnésium, il n'y avait jamais de magnésium en solution.

L'existence, en solution, d'un glucinate de baryum est encore démontrée par la concentration de l'ion baryum en solution, qui reste constante quand varie la quantité de chlorure de baryum ajouté, comme le montre le tableau

suivant, où les concentrations sont données en mol/g pour 100g de solution :

Cl^2Ba initial	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04
Cl^2Be initial	0	0,01	0,01	0,01	0,01
HOK total	0,08	0,08	0,10	0,12	0,14
Ion HO en solution	0,078	0,078	0,078	0,079	0,079
Ion Ba en solution	0,0047	0,0095	0,0109	0,0101	0,0103

B. Action directe de l'hydroxyde de baryum sur l'hydroxyde de glucinium en l'absence de soude ou de potasse. — L'hydroxyde de baryum étant relativement soluble dans l'eau, j'ai pu le faire agir en solution sur l'hydroxyde de glucinium. A une quantité constante de solution saturée d'hydroxyde de baryum, j'ai ajouté des quantités croissantes d'hydroxyde α de glucinium : la quantité d'hydroxyde de baryum diminue, il y a donc formation de glucinate de baryum, puis hydrolyse de ce corps, après précipitation de l'hydroxyde β de glucinium gélatineux, parce que le pH de la solution n'est pas assez grand. Pour éviter l'hydrolyse, due à ce que la concentration de la solution d'hydroxyde de baryum diminue, j'ai maintenu constante sa concentration en ion hydroxyle, en ajoutant à la solution saturée, de l'hydroxyde de baryum cristallisé $(HO)^2Ba, 8H^2O$, en excès.

D'autre part, le précipité apparaît au microscope comme formé de deux constituants, l'un cristallisé et très dense : l'hydroxyde de baryum, l'autre pulvérulent (mais non gélatineux) et peu dense. J'ai employé, pour la séparation de ces deux corps, une filtration fractionnée par centrifugation au sein même de la solution basique.

On trouve aussi des ions glucinium en solution. La quantité des ions baryum en solution est, comme dans le cas précédent, plus grande que celle correspondant à l'hydroxyde de baryum seul.

Par différence, on calcule la quantité d'ions baryum combinés aux ions glucinium en solution. On trouve encore que, dans la solution, le rapport $Ba/Be = 1$.

Les analyses des précipités et de la solution m'ont conduit à admettre la formule BeO^2Ba, zH^2O, formule trouvée plus haut.

Il y a donc une différence très nette de constitution et de propriétés physiques entre les deux composés de magnésium et de baryum.

La formule du glucinate de magnésium, plus complexe, serait sans doute due à l'aptitude de l'hydroxyde de magnésium à donner des sels basiques.

On pourrait écrire sa formule $BeO^2Mg, 2(HO)^2Mg, yH^2O$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle synthèse du 1.2.7.8-dibenzofluorène.* Note (1) de MM. **Buu-Hoï** et **Paul Cagniant**, présentée par M. Marcel Delépine.

On connaît l'importance que présente la réaction de Scholl (cyclisation des

(1) Séance du 8 février 1943.

cétones aromatiques en benzanthrones par *cuisson* avec Cl^3Al) pour l'industrie actuelle des colorants (colorants de cuve). Dans cette réaction on admet généralement (la plupart du temps sans détermination de la constitution des corps obtenus) que la cyclisation s'effectue de façon que le nouveau cycle formé soit hexagonal. Par exemple l'action de Cl^3Al sur la 1.1'-dinaphtylcétone (I), selon R. Scholl [2], donne naissance à la 1.2.5.10-dibenzanthrone (II), et non à la 1.2.7.8-dibenzofluorénone (III), à cycle pentagonal.

Or nous avons récemment signalé [3] que, dans la cyclodéshydratation de la 2.α-naphtylidène-1-tétralone (IV), on obtient au contraire le 1.2.5.6-dibenzofluorène (V) et non le carbure (VI) : il y a donc ici formation élective d'un cycle pentagonal. Nous avons eu maintenant l'occasion de constater l'existence du même phénomène dans la cyclisation par la méthode de Scholl, de la 4.méthoxy-1.1'-dinaphtylcétone (VII). Ce corps subit, sous l'action de Cl^3Al à chaud, une déméthylation suivie d'une cyclisation pentagonale en 3-hydroxy-

---

[2] Brevet all., 239671, 1910.
[3] *Revue Scientifique*, 80, 1942, p. 384.

1.2.7.8-dibenzofluorénone (VIII). Ce dernier corps n'a pas été isolé à l'état pur, mais sa constitution a été fixée avec certitude par la distillation sur poudre de zinc, qui engendre le 1.2.7.8-dibenzofluorène, déjà préparé par plusieurs auteurs selon des méthodes diverses [4]. Comme la constitution de la cétone (II) obtenue à partir de (I) a été vérifiée par Cook et de Worms [5], il ne nous reste plus qu'à admettre que l'introduction de substituants favorise la cyclisation en dibenzofluorène au détriment de la fermeture en 1.2.5.10-dibenzanthrène (formule II où O est remplacé par H^2).

Partie expérimentale. — 1° (VII) $C^{22}H^{16}O^2$. 30g du chlorure de l'acide α-naphtoïque ($É_{13}$ 171-172°) sont dissous ainsi que 30g d'α-méthoxynaphtalène dans 150cm³ de nitrobenzène; on refroidit à 0° et ajoute peu à peu 30g de Cl^3Al pulvérisé. On laisse reposer 24 heures à la température ordinaire, fait le vide pendant 1 heure pour éliminer ClH, décompose par la glace chlorhydrique, lave à l'eau, à la soude aqueuse diluée puis à l'eau, la couche nitrobenzénique diluée avec l'éther. Après élimination des deux solvants, on rectifie le résidu sous haut vide, et obtient 45g d'un liquide extrêmement visqueux $E_{0,7}$ 264°, qui se solidifie par trituration avec l'alcool. Beaux cristaux incolores F 120° (de l'alcool), ne donnant ni oxime ni semicarbazone, et se dissolvant en orangé dans SO^4H^2 pur. Lorsqu'on essaie de déméthyler cette cétone par 4 heures de chauffage, avec BrH à 48 % dans l'acide acétique, on provoque la coupure quantitative du produit en acide α-naphtoïque et α-naphtol. Ce résultat est inattendu, car la 4-méthoxybenzophénone se laisse déméthyler sans difficulté dans les mêmes conditions [5]. 2° (IX) $C^{21}H^{14}$. 20g de (VII) ont été chauffés 1 heure avec 140g de Cl^3Al pulvérisé à 120-145°; la masse dure obtenue est décomposée par la glace, et le solide obtenu est traité par ClH dilué bouillant (pour éliminer Al), lavé à l'eau, et desséché soigneusement sous vide. 10g de ce produit sont mélangés intimement avec 10g de poudre de zinc, 10g de ClNa et 50g de Cl^2Zn anhydre. On introduit ce mélange dans un ballon de Claisen, on le fond à flamme nue, puis distille sous léger vide : on obtient un sublimat jaunâtre qu'on purifie par resublimation, et cristallisations fractionnées répétées dans l'alcool, le benzène, et enfin l'acétate d'éthyle. On obtient ainsi de grosses lamelles rectangulaires incolores, brillantes, très peu solubles dans l'alcool, F inst. 230° (non corr.), donnant des solutions benzéniques fortement fluorescentes (violet rouge). Ces propriétés l'identifient au 1.2.7.8-dibenzofluorène. Le picrate constitue de fines aiguilles soyeuses orangées F 191°, très peu solubles dans l'alcool.

Nous poursuivons ces recherches sur les phénomènes de cyclisation élective en noyaux pentaatomiques.

---

(4) Schmidlin et Massini, *Ber. d. chem. Ges.*, 42, 1909, p. 2377; Tschitchibabin et Magidson, *J. prakt. Chem.*, [N. F.], 90, 1914, p. 168; Swain et Todd, *J. Chem. Soc.*, 1941, p. 674; R. H. Martin, *ibid.*, p. 679.

(5) Stoermer, *Ber. d. chem. Ges.*, 41, 1908, p. 323.

GÉOLOGIE. — *Présence et extension du Cénomanien dans la région Sud de Brignoles (Var).* Note de M[lle] **Suzanne Fabre** et M. **Claude Gouvernet**, présentée par M. Charles Jacob.

En 1890, Ph. Zurcher (¹), étudiant la prolongation de la chaîne de la Sainte-Baume vers l'Est, décrivait les facies crétacés qui affleurent dans la région comprise entre Mazaugues et Camps, au Sud de Brignoles. L'échelle stratigraphique donnée par l'auteur marque une lacune entre l'Aptien et le Sénonien. Ce dernier est formé de calcaires, marnes et grès, avec Polypiers, Radiolites et Hippurites, auxquels succèdent des marnes et des grès à *Rhynchonella difformis*, enfin des grès bariolés.

La coupe 9, figurée planche III par Zurcher, révèle, du Nord au Sud au delà du point 275,4 sur le plan directeur au 1/20000, la présence des horizons suivants : le Sénonien à Hippurites et l'Aptien à pendage Nord, puis les dolomies du Jurassique supérieur dessinant un anticlinal et, de nouveau, les facies à Hippurites, *repliés en* W, sous le Jurassique supérieur renversé.

Nous avons suivi cette coupe dans le vallon de l'Amarron, et une étude détaillée nous permet de la compléter en signalant la présence du Cénomanien sous les formations plissées à Hippurites.

Le Crétacé supérieur observé sur les pentes Ouest de ce vallon offre la succession suivante : à la base, reposant sur les dolomies jurassiques, des calcaires grumeleux, gris, à altération jaunâtre, dans lesquels nous avons recueilli notamment *Præalveolina cretacea tenuis* Reichel, *Tetragramma variolare* Brongniart sp., *Neithea Dutrugei* Coquand, *Venus Forgemolli* Coquand, des Cardium, etc. Viennent au-dessus : des lentilles récifales à Caprinidés, d'importance inégale, et séparées par les facies à Préalvéolines; puis, terminant la série, des barres récifales à Hippurites, Radiolites, Sphærulites et des bancs de calcaires rognoneux gris, riches en Lacazines.

Ainsi, comme l'atteste la faune, les calcaires grumeleux de base et les lentilles récifales sont d'âge cénomanien; leur puissance moyenne est de 9 à 10ᵐ. Quant aux formations à Rudistes et Lacazines, elles sont sénoniennes.

Dans cette région, les calcaires à Hippurites succèdent directement au facies récifal à Caprinidés. Aucune faune turonienne n'a été recueillie; cependant on ne peut noter ni lacune sédimentaire apparente, ni discordance. L'existence de hauts-fonds, sur lesquels s'édifiaient les récifs cénomaniens et sénoniens, explique ce dispositif particulier. Des exemples similaires ont été déjà observés dans le Crétacé supérieur de la Basse-Provence occidentale (²).

Les escarpements Est du vallon de l'Amarron offrent une coupe naturelle

(¹) *Bull. Carte Géol. de la France*, n° 18, II, 1890, p. 321.

(²) S. Fabre, *Annales Fac. Sciences de Marseille*, 14, II, 1941, p. 327.

des horizons supracrétacés plissés (planche IV de Zurcher). Les calcaires grumeleux à Préalvéolines du Cénomanien, imprégnés de calcite, apparaissent au contact des dolomies jurassiques renversées. Les barres à Hippurites et les calcaires rognoneux à Lacazines, extrêmement froissés, reposent vers le Nord sur le Jurassique supérieur et l'Aptien, avec interposition de bancs corrodés à Pholades. Dans cette dernière partie de la coupe, les formations cénomaniennes décrites plus haut ne peuvent être observées. Mais, entre l'Aptien et le Sénonien, on remarque des sables verdâtres et des marnes à Échinides. La présence de *Discoidea subuculus* Klein montre que le Cénomanien très réduit peut être encore identifié.

L'étude paléoocéanographique du Crétacé supérieur du vallon de l'Amarron donne ainsi une idée précise de l'extension du golfe cénomanien au Sud-Est du Roc de Candelon qui formait à cette époque une ride anticlinale complexe, d'orientation W.S.W.-E.N.E.

La limite orientale du golfe provençal, tracée jadis par Collot (3) et révisée par l'un de nous (4), épouse donc le bord méridional des reliefs actuels de Méounes-La Roquebrussane jusqu'au Sud-Est du Roc de Candelon, puis atteint les environs de Camps, où des formations à Préalvéolines viennent d'être également reconnues.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Influence de la convection thermique sur le champ électrique terrestre.* Note (1) de M. **Philippe Pluvinage**, présentée par M. Charles Maurain.

Les anomalies dans le champ électrique terrestre, en une station donnée, s'observent souvent en l'absence d'un vent régulier susceptible d'assurer un balayage constant et uniforme des ions atmosphériques. Procédant cet été à des enregistrements du champ électrique au Sommet du Puy de Dôme (1465m), j'ai pu constater, à diverses reprises, la perturbation très nette apportée par un processus local de convection thermique, substituant un courant ascendant vertical aux vents réguliers qui balayent ordinairement la station. Le Puy de Dôme se présente comme une montagne bien détachée du relief environnant puisqu'il domine de 200m ses voisins de la chaîne des Puys et de 500m le plateau. L'été, par temps calme et ciel initialement pur, l'échauffement du versant Est, au lever du Soleil, aboutit à la formation, le long de la montagne, d'une colonne d'air ascendant. Pour un degré hygrométrique initial suffisant, la détente amène une condensation à la hauteur du Sommet, qui se trouve encapuchonné dans un cumulus. A mesure que le Soleil s'élève

(3) *Bull. Soc. Géol. France*, 3e série, 19, 1890, p. 67 et pl. IV,

(4) S. Fabre, *loc. cit.*, p. 338.

(1) Séance du 23 novembre 1942.

sur l'horizon, la base du cumulus s'élève par le jeu bien connu de la convection thermique; le nuage décolle du Sommet et il s'établit un régime durable pendant quelques heures caractérisé par l'existence d'une colonne d'air ascendant prenant sa source sur le versant ensoleillé de la montagne et sur la calotte du Sommet. Cette colonne aboutit à quelques centaines de mètres de hauteur (une photogrammétrie effectuée le 10 août à $10^{h}30^{m}$ a donné 740^{m}) à un cumulus de beau temps du type classique : base plate, partie supérieure bourgeonnante. Chaque Puy voisin qui se détache suffisamment dans le relief environnant est d'ailleurs surmonté d'un cumulus semblable. L'agitation de l'atmosphère au sein de la colonne d'air ascendant est marquée par les variations d'indice de réfraction au ras du sol et par les mouvements internes incessants dont les cumulus sont le siège. Ces cumulus se transforment vers 12^{h} en strato-cumulus et vers 14^{h} la dissolution commence. Elle se poursuit jusque vers 18^{h}, des lambeaux de condensations apparaissant et disparaissant tour à tour avant de céder la place à de simples voiles sans ombres propres ni ombres portées et formés sans doute de très fines gouttelettes qui disparaissent bientôt à leur tour.

Les particularités du dispositif d'enregistrement du champ électrique sont les suivantes : mouvement rapide de l'enregistreur photographique permettant la mise en évidence des variations brusques du champ (1 minute est représentée sur le papier par 8^{mm}), montage de la prise de potentiel suivant un dispositif, imaginé par C. W. Lutz ([2]), permettant d'avoir la valeur du champ sans intervention du facteur de réduction ni corrections (valeur élevée de la constante de torsion du fil de l'électromètre à cause des grandes valeurs des différences de potentiel à mesurer).

Quand la convection thermique entre en jeu, les valeurs du champ sont de l'ordre du double des valeurs normales telles qu'elles ont été déterminées au même endroit par G. Grenet ([3]) : 280 V/m le matin vers 8^{h} au lieu de 150 V/m, 450 V/m vers 17^{h} au lieu de 220 V/m. Le champ ne cesse de croître du lever du Soleil jusqu'à la fin de la phase de dissolution, l'amplitude de sa variation étant nettement plus grande que celle de la variation diurne normale. Les enregistrements sont très agités, contrastant avec les enregistrements habituels relativement calmes du Puy de Dôme.

L'agitation des enregistrements est certainement corrélative de l'agitation générale de l'air au sein de la colonne ascendante. L'augmentation continue du champ, au cours de la journée, peut s'interpréter par une accumulation de charges positives au-dessus de la Station, mais, seules, de nouvelles mesures permettront de préciser les rôles joués par le mouvement de l'air et par le cumulus qui couronne la colonne ascendante.

([2]) *Gerl. Beit. zur Geophysik*, 31, n° 4, 1937, p. 398.

([3]) *Bull. de l'Inst. et Obs. de Phys. du Globe du P.-d.-D.*, n° 7, 1934, p. 3.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Différentes sortes d'agitation magnétique.* Note (¹) de M. **Louis Éblé**, présentée par M. Charles Maurain.

Les diagrammes enregistrés photographiquement, qui représentent la déclinaison ou les composantes du champ magnétique terrestre, présentent rarement un aspect tout à fait calme et soutenu, mais en général des variations qui paraissent désordonnées; sur leur tracé on distingue des « baies », des pulsations, des crochets isolés, des agitations irrégulières et prolongées, des « orages magnétiques » avec ou sans débuts brusques etc. Au total, on range toutes ces irrégularités sous le nom d'*agitation magnétique*. Celle-ci, considérée dans son ensemble, subit dans son intensité une variation diurne qu'on peut mettre en évidence, sans mesures d'amplitudes, en attachant à chaque heure ou chaque espace de deux ou trois heures, un coefficient numérique, par exemple 0 pour les aspects calmes, 1 presque calmes, 2 un peu agités etc., jusqu'à 7 pour les perturbations exceptionnelles (échelle de l'I. P. G. de Paris). On traduit ainsi en unités arbitraires une variation diurne moyenne telle que la suivante (cycle solaire 1928-1938) :

Heures......	0 à 3h.	3 à 6h.	6 à 9h.	9 à 12h.	12 à 15h.	15 à 18h.	18 à 21h.	21 à 24h.
Caractère relatif.	1,52	1,35	1,17	1,23	1,31	1,25	1,45	1,54

Elle possède un maximum la nuit, un minimum principal le matin, un minimum secondaire vers 16h.

Si, au lieu de prendre la moyenne des coefficients, qu'on nomme habituellement caractères magnétiques, on envisage leur fréquence horaire, il se trouve que la marche diurne de celle-ci est assez différente suivant le degré :

Fréquence	degrés 1 et 2...	63,4	69,7	68,6	71,4	67,9	55,9	53,6	57,9
%	degrés 3 et 4...	18,3	10,2	5,7	6,0	10,1	14,5	21,5	21,8

Les agitations faibles se rencontrent surtout dans la matinée avec maximum un peu avant midi, les agitations fortes présentent leur maximum de fréquence au début de la nuit.

Cela montre que ce qu'on appelle ordinairement *agitation magnétique* est en réalité la superposition d'au moins deux agitations différentes, que l'on distingue facilement sur les graphiques dès que l'attention est attirée vers ce fait; l'une courte et assez régulière, qui se développe surtout dans la matinée, l'autre ample et irrégulière, qui atteint son maximum la nuit. Les orages magnétiques constituent un troisième phénomène. Les deux premiers, tout en se rattachant à l'activité solaire, doivent avoir des causes immédiates différentes : nous attribuerions l'agitation courte à une action immédiate du Soleil

(¹) Séance du 14 décembre 1942.

par ses radiations ultraviolettes, et l'agitation forte à une action d'ensemble de l'atmosphère ionisée ou des courants extraterrestres, car celle-ci semble posséder un caractère plus simultané et universel. En tous cas, il convient d'étudier séparément ces deux sortes d'agitation : la variation diurne du caractère magnétique résulte de leur superposition.

MÉTÉOROLOGIE. — *La constitution des nuages au Pic du Midi.* Note [1] de M. **Jean Bricard**, présentée par M. Charles Maurain.

On peut se demander si les résultats que nous avions obtenus au sommet du Puy de Dôme (altitude 1465^m), concernant la constitution des nuages, sont particuliers à cet endroit [2]. A cet effet, nous avons entrepris une étude analogue au sommet du Pic du Midi (altitude 2877^m), et avons caractérisé les nuages qui s'y forment de la façon suivante :

a. Les dimensions des gouttes ont été déterminées par la méthode microphotographique déjà décrite;

b. Pour connaître la masse d'eau condensée par unité de volume (ou, dans les mêmes conditions, le nombre de gouttes de rayon moyen préalablement déterminé), on a utilisé la relation de Trabert [3]. Cette relation, que nous avons vérifiée précédemment [4], permet très simplement, connaissant la distance à laquelle cesse d'être visible à travers le brouillard un objet sombre se détachant au-dessus de l'horizon, ainsi que le rayon moyen des gouttes correspondantes, de déterminer la masse d'eau condensée par unité de volume;

c. Enfin un observateur placé au pied du Pic du Midi (Bagnères-de-Bigorre) notait la nature des nuages au sein desquels on opérait ainsi.

Les nuages ont été déterminés d'après les définitions de l'Atlas international, bien qu'elles ne soient valables que dans le cas ou ceux-ci ne touchent pas le sol. Ces définitions sont d'ailleurs assez difficiles à appliquer ici, puisque le Pic du Midi ne se trouve que faiblement surélevé par rapport au niveau supérieur moyen théorique des nuages bas; notamment, les caractères distinctifs de l'Alto stratus et du Nimbo stratus restant conventionnels, nous avons admis que l'on se trouve en présence d'un Nimbo stratus lorsqu'il ne reste plus trace d'aucune structure fibreuse [5].

Malgré les difficultés que présente l'observation de nuages nettement caractérisés, nous avons pu effectuer 28 séries de mesures au cours du Printemps

---

(1) Séance du 7 décembre 1942.

(2) *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 148; *Ann. de Phys.*, 11e série, 14, 1940, p. 162; *La Météorologie*, 20, mars-avril 1938.

(3) *Met. Zeits.*, 18, 1901, p. 518.

(4) *Comptes rendus*, 214, 1942, p. 439.

(5) Voir à ce sujet J. Coulomb et J. Loisel, *La physique des nuages*, Paris, 1939, p. 180.

1942; les résultats obtenus sont représentés par le tableau suivant, dans lequel on a rangé les nuages d'après les valeurs décroissantes du rayon moyen de leurs gouttelettes :

	R.	*l*.	$m.10^6$.	N.
Nimbo stratus............	11,0	84	0,760	137
Strato cumulus...........	8,0	73	0,635	300
Cumulus.................	6,5	70	0,540	470
Stratus..................	5,3	78	0,395	635

où R représente la moyenne des rayons exprimée en μ, et *l* la moyenne des distances de visibilité correspondant à chaque catégorie de nuages exprimée en mètres; *m* est la masse d'eau condensée par centimètre cube exprimée en grammes par centimètre cube, et N le nombre moyen de gouttes dans les mêmes conditions ([6]).

Les Altostratus semblent se former très rarement au Pic du Midi : en général, lorsqu'ils s'abaissent jusqu'à cette altitude, ce sont déjà des Nimbo-stratus. Comme au Puy de Dôme, les Cumulus sont les plus difficiles à étudier, car ils environnent souvent la montagne sans que le brouillard soit proche du sol; en outre, ils ne sont pas homogènes, et sont animés de mouvements de convection.

Des mesures analogues ont été faites sur des nuages de type intermédiaire :

	R.	*l*.	$m.10^6$.	N.
Fracto cumulus....................	5,1	68	0,435	790
Strato cumulus ou Nimbo stratus.....	8,4	57	0,860	345

Des essais ont été faits lorsque le niveau supérieur de la mer de nuages étant voisin de celui de la station, celle-ci se trouve dégagée par intermittences, de sorte qu'il est possible d'observer la partie supérieure de la couche nuageuse; les exemples suivants montrent que les dimensions des gouttes correspondent généralement à la définition du nuage vu de la plaine, et non pas à celle que l'on peut faire de la station, lorsque les observations sont contradictoires :

Au Pic du Midi.	A Bagnères-de-Bigorre.	Rayon moyen.
Passages de cumulus.	Nimbo stratus....................	$12^{\mu},5$
»	Couche de strato cumulus...	$9^{\mu},2$

Si l'on compare les résultats exposés ci-dessus avec ceux que nous avons obtenus au sommet du Puy de Dôme, il en résulte que la constitution des nuages aux deux endroits est sensiblement la même, bien qu'en moyenne les dimensions des gouttes paraissent un peu supérieures au Pic du Midi. On peut en conclure que, dans nos régions du moins, les propriétés des nuages ne doivent pas dépendre sensiblement de l'endroit où ils se sont formés.

([6]) Le détail des mesures sera publié ultérieurement.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'origine des radicelles chez les Angiospermes.* Note de M. **Roger Berthon**, présentée par M. Auguste Chevalier.

Tous les traités de Botanique et même les Ouvrages élémentaires font, du développement des radicelles, un exposé classique. Les idées exprimées et même les coupes reproduites par les auteurs proviennent d'un gros Mémoire publié sur cette question par Ph. Van Tieghem et H. Douliot en 1888. Ce travail fut considéré comme définitif.

Rappelons tout d'abord les notions ainsi enseignées : les radicelles ont leur origine dans la prolifération d'un groupe de cellules du péricycle (*assise rhizogène*). Les cellules proliférantes constituent une ébauche de la radicelle qui s'accroît et sort à l'extérieur après avoir digéré sur son pourtour les cellules de l'écorce entravant sa progression. Cet acte digestif s'effectue soit directement par les cellules externes de l'ébauche, soit, le plus souvent, indirectement par une *poche digestive* ou *poche diastasique* qui a pour origine l'endoderme resté simple ou subdivisé et qui enveloppe toute l'ébauche et lui ouvre le passage.

Des observations récentes sont venues jeter le doute sur ces explications. En 1938, G. Whiting, dans une monographie anatomique de *Cucurbita maxima*, note que l'écorce participe à l'édification des radicelles comme le rapportait Ed. de Janczewski en 1874, idée que Van Tieghem et Douliot avaient rejetée.

D'autre part, au cours d'observations inédites sur des racines de Pois (*Pisum sativum*), Mangenot n'a trouvé trace ni de poche digestive, ni de phénomènes digestifs autour des ébauches des radicelles; il a vu l'ébauche radicellaire s'accroître par la différenciation de cellules du parenchyme cortical [1].

Des observations que nous avons faites sur 7 espèces (*Pisum sativum* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Lupinus albus* L., *Raphanus sativus* L., *Ricinus communis* L., *Cucurbita Pepo* L., *Zea Mays* L.) il résulte ce qui suit :

Les radicelles ne naissent pas chez toutes les espèces exclusivement aux dépens du péricycle de la racine principale comme l'admettaient Van Tieghem et Douliot. Parmi les espèces que nous avons étudiées, on peut, à cet égard, établir deux groupes :

Dans les espèces du premier groupe, Pois, Haricot, Lupin, Courge, les radicelles se forment à partir du péricycle, de l'endoderme encore incomplètement différencié et d'un certain nombre d'assises corticales (type Pois).

Dans les espèces du deuxième groupe, Radis, Ricin, Maïs, les radicelles se forment exclusivement aux dépens du péricycle (type Maïs).

Chez les plantes du type Pois, les premiers indices de la naissance d'une radicelle sont des cloisonnements tangentiels dans le péricycle d'abord, puis dans l'endoderme dont les parois ne présentent pas encore à ce niveau de stries

[1] Communication verbale.

de Caspary; enfin dans l'écorce. Les cellules corticales entourant l'ébauche ne sont altérées ni dans leur cytoplasme, ni dans leur noyau, comme le démontre l'étude cytologique (cytoplasme, chondriome et noyau ne présentent aucun indice d'altération). Les cellules corticales que Van Tieghem et Douliot considéraient comme des cellules en voie de digestion sont, au contraire, en voie de prolifération : leur cytoplasme devient plus dense (par régression des vacuoles), et l'on y voit de nombreuses figures mitotiques : elles se dédifférencient pour redevenir méristématiques et accroître ainsi l'ébauche radicellaire : en résumé, l'influence rhizogène s'étend dans l'écorce, et la radicelle y progresse en *tache d'huile*. Seules les deux ou trois assises corticales les plus externes sont rompues (mais sans aucun indice de processus digestif), lorsque, par suite de la prolifération de ses cellules, la radicelle sort à l'extérieur.

Chez les plantes du type Maïs, les ébauches radicellaires naissent dans le péricycle qui commence à se cloisonner alors que l'endoderme possède déjà ses épaississements. On ne voit jamais de cloisonnements, ni dans l'endoderme, ni dans l'écorce. L'ébauche radicellaire est nettement séparée des cellules corticales qui l'entourent. Elle s'accroît uniquement par une prolifération abondante des cellules du péricycle. En grandissant, l'ébauche comprime les cellules corticales. Autour d'elle, on observe des débris qui paraissent être les membranes des cellules écrasées; la racine mère se déforme sous la poussée, ses cellules corticales sont écartées pour livrer passage à l'ébauche radicellaire; les assises les plus externes sont rompues. On ne voit en aucun cas trace de phénomènes de digestion.

De toute façon, quel que soit le groupe auquel appartient la plante étudiée, nous n'avons pu caractériser ni poche digestive individualisée, ni phénomène de digestion direct ou indirect. Les efforts mécaniques décrits ci-dessus, visibles sur les coupes, suffisent à expliquer la sortie des radicelles, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir un processus digestif dont Van Tieghem et Douliot n'avaient donné dans leur Mémoire aucune preuve histologique, cytologique ou physiologique.

Une relation, jusqu'ici insoupçonnée, paraît exister entre le mode de formation de l'ébauche radicellaire et l'état de différenciation de l'endoderme au niveau où apparaît cette ébauche.

Dans les espèces où les ébauches apparaissent à un niveau où la différenciation de l'endoderme n'est pas encore achevée, elles intéressent à la fois le péricycle, l'endoderme indifférencié et l'écorce (type Pois); dans les espèces où les ébauches apparaissent sous l'endoderme déjà différencié, leur origine est purement péricyclique (type Maïs).

Cette différence de comportement pourrait être expliquée par l'obstacle qu'opposerait la barrière endodermique à la diffusion des hormones rhizogènes ou bien par le fait que les épaississements subérifiés seraient, pour l'endoderme, la marque d'une différenciation trop poussée pour être réversible.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Fumariacées. L'origine et les premières divisions de la cellule embryonnaire proprement dite chez l'*Hypecoum procumbens *L.* Note (¹) de M. **René Souèges**, présentée par M. Pierre-Augustin Dangeard.

Pour interpréter rationnellement les processus selon lesquels la cellule embryonnaire proprement dite se différencie aux dépens de la cellule primordiale, il est nécessaire de tenir compte de la direction que prend l'axe de croissance et de disposer les figures verticalement selon cet axe. On peut établir, de la sorte, que la première cloison est oblique sur l'axe (*fig.* 1), que la

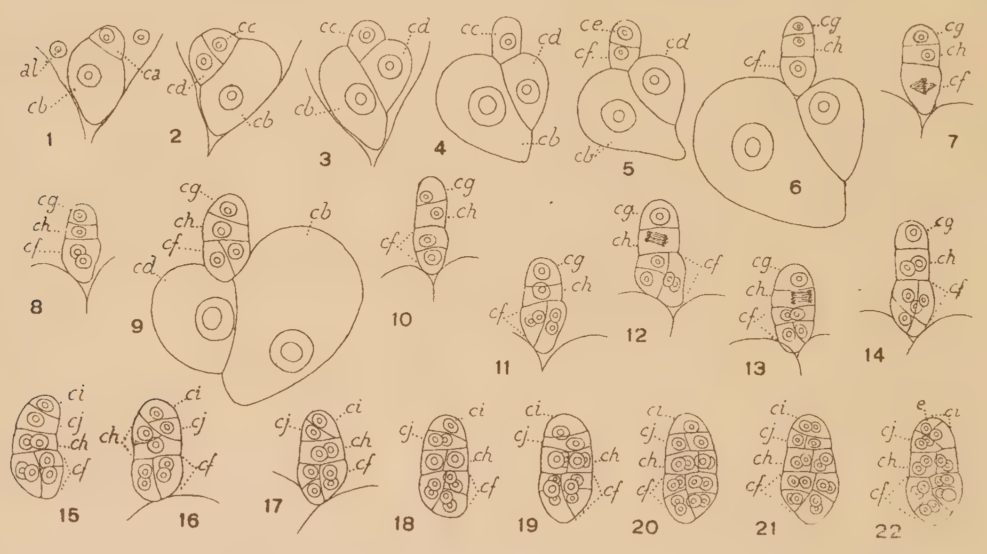


Fig. 1 à 22. — *Hypecoum procumbens* L. — Les premières segmeutations de l'œuf. *al.* albumen; *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *cc* et *cd*, cellules-filles de *ca*; *ce*, cellule-fille supérieure de *cc*; *cf*, cellule-fille inférieure de *cc* ou groupe hypophysaire; *cg*, cellule-fille supérieure de *ce*; *ch*, cellule-fille inférieure de *ce* ou octants inférieurs; *ci* et *cj*, cellules-filles de *cg* ou octants supérieurs; *e*, épiphyse. G. = 350.

deuxième, partageant la cellule apicale en deux éléments, *cc* et *cd*, est oblique de la même manière et normale à la précédente (*fig.* 2). Il peut ainsi être mis en lumière que les deux cellules-sœurs, *cc* et *cd*, ne sont pas homodynames : la première, englobant seule le pôle germinatif, produit l'embryon; l'autre se convertit, comme la cellule basale, en une vésicule haustoriale. Les deux vésicules représentent le suspenseur proprement dit; leur véritable origine, méconnue par Hegelmaier en 1878, fut établie par Guignard en 1903. Pour ce qui concerne le développement ultérieur de l'embryon, on ne peut aujourd'hui faire état des détails fournis par Hegelmaier, quoique certains offrent encore quelque intérêt.

(¹) Séance du 22 février 1943.

Les figures 3 et 4 montrent comment la cellule *cc* se sépare de sa sœur et s'allonge selon l'axe de croissance. Elle s'est divisée, en 5, en deux éléments superposés *ce* et *cf*; en 6, *ce* s'est à son tour cloisonné transversalement pour engendrer deux nouveaux éléments *cg* et *ch*; à peu près en même temps, *cf*, par une cloison oblique voisine de la verticale, s'est partagé en deux éléments juxtaposés légèrement dissemblables (*fig.* 7, 8, 9). Au terme de la deuxième génération aux dépens de *cc*, s'est ainsi constituée une tétrade en T renversé. Exceptionnellement, la cellule *cf* prend une cloison transversale qui fait apparaître une tétrade linéaire (*fig.* 10, 13).

Ce sont les cellules-filles de *cf* qui se divisent ensuite tout d'abord, l'une, la plus grande, transversalement, l'autre, longitudinalement, pour donner quatre éléments qui se groupent en tétraèdre (*fig.* 11, 12, 15, 16, 17). Dans le cas de la tétraèdre linéaire, les deux cellules-filles de *cf* se segmentent verticalement pour donner deux dyades superposées (*fig.* 13). Peu après, le blastomère *ch* se segmente longitudinalement pour engendrer deux éléments juxtaposés (*fig.* 15, 17, 18) et le blastomère *cg* transversalement pour donner deux éléments superposés *ci* et *cj* (*fig.* 15). Dans l'embryon octocellulaire formé au terme de ces divisions, les 4 éléments supérieurs, disposés à leur tour en tétrade en T renversé, représentent des quadrants. Parfois, les cloisons se disposent obliquement dans *ch* et dans *cg* comme le montrent les figures 16 et 17.

Par une nouvelle série de bipartitions, se constitue un proembryon hexadécacellulaire. Dans les 4 éléments issus de *cf* (*fig.* 17), les nouvelles cloisons sont le plus souvent normales aux précédentes (*fig.* 18, 19, 20); elles font apparaître, dans cette région, deux étages cellulaires et disparaître, en même temps, toutes différences entre formes dérivant de la tétradre en T renversé ou de la tétrade linéaire. Les deux cellules juxtaposées, en *ch*, par divisions verticales, produisent 4 cellules circumaxiales (*fig.* 19 à 22); enfin les éléments *ci* et *cj* se segmentent, par des parois plus ou moins voisines de la verticale, en deux éléments juxtaposés (*fig.* 18, 20). La figure 21 représente le proembryon à 16 cellules type. En 22, on observe, au sommet, 4 éléments disposés en tétraèdre; cette forme dérive de celle qui est figurée en 17. Les quatre éléments supérieurs issus de *ci* et de *cj* correspondent à des octants supérieurs; les quatre éléments produits par *ch* représentent des octants inférieurs.

Chez l'*Hypecoum procumbens*, comme chez le *Fumaria officinalis* (²), l'embryon tout entier se développe aux dépens de la cellule *cc*, petite-fille de l'oospore. La cellule basale, *cb*, et la cellule *cd*, sœur de *cc*, se transforment, chez l'*Hypecoum*, en grosses vésicules; elles se segmentent, chez le *Fumaria*, en nombreux macromères; en outre, dans ce dernier cas, elles prennent naissance par cloisons nettement transversales et restent superposées, tandis que, dans le premier cas, elles se séparent par des cloisons obliques et arrivent à se disposer côte à côte. Mais il existe entre les deux espèces d'autres différences essentielles, résidant dans l'origine et les destinées des blastomères chargés de potentialités constructives.

(²) F. Hegelmaier, *Vergleich. Unters. über Entwickl. dikot. Keime*, Stuttgart, 1878; L. Guignard, *Journ. de Bot. Morot*, 17, 1903, p. 33.

MICROBIOLOGIE AGRICOLE. — *Observations sur le mécanisme de la symbiose bactérienne chez les Légumineuses.* Note [1] de MM. **Albert Demolon** et **Antoine Dunez**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

S. Winogradsky [2] a montré que les nodosités, isolées des racines qui les portent, libèrent de façon continue de l'ammoniaque pendant un temps très long, sans manifester des signes d'épuisement. Bien que le phénomène présente dans ces conditions une activité beaucoup moindre qu'au champ, on a cependant la possibilité de l'étudier ainsi *in vitro*. Nous avons adopté, dans ce but, la technique suivante permettant de doser à la fois NH^3 et CO^2.

Technique. — Les nodosités sont détachées des racines soigneusement lavées et désinfectées en surface par un séjour de 10 minutes dans une solution de *germisan* à 5 ‰, suivi de lavages dans de l'eau distillée stérile. Elles sont ensuite broyées aseptiquement et placées sur un entonnoir cylindroconique stérile à plaque poreuse de 30^{cm^3} de capacité. Cet appareil peut être traversé par un courant gazeux bien exempt de NH^3 et CO^2. Des barboteurs à disques en verre poreux ont été utilisés pour fixer NH^3 entraîné dans SO^4H^2 (N/100), et CO^2 dans une solution titrée de $KOH + Cl^2Ba$. Les expériences ont été effectuées à la température de 16 à 20°, c'est-à-dire dans des conditions voisines de celles réalisées dans le sol au cours de la végétation. En fin d'opération, on s'est assuré de l'absence d'infections secondaires.

Observations expérimentales. — Lorsqu'on suit la formation de NH^3 au cours du temps dans les nodosités fraîches, on obtient une courbe logarithmique qui, d'abord rapidement croissante, marque un ralentissement très marqué au bout de 48 heures. Si, à ce moment, on abandonne la masse au repos pendant quelques jours, le dégagement reprend, mais avec une intensité diminuée.

Le tableau ci-dessous montre que la formation de NH^3 dans les nodosités présente un parallélisme étroit avec la respiration des tissus radiculaires. Elle ne s'accompagne pas d'une augmentation appréciable de la quantité de CO^2 dégagé par ces tissus.

	Nombre d'heures	4.	8.	12.	24.	40.	48.
Nodosités (soja)	NH^3 (γ)	28	60	78	132	196	232
	CO^2 (mg)	8	14	20	39	56	59
	$(NH^3 \times 1000)/CO^2$	3,5	4,2	3,9	3,4	3,5	3,9
Racines	CO^2 (mg)	7	12	18	36	53	58

Le processus présente son intensité maxima au cours de la période de croissance active de la plante. Le dégagement a peu varié avec la nature des légumineuses et le volume des nodosités; rapporté à 1^g de nodosités fraîches,

(1) Séance du 1er février 1943.

(2) *Comptes rendus*, 213, 1941, p. 413.

il s'est élevé dans nos expériences à 200-300γ au cours des 48 heures suivant les cas.

Lorsque l'on compare une même légumineuse en terre saine et en terre fatiguée, on constate que le dégagement de NH^3 est considérablement diminué dans le second cas, qui s'accompagne d'une dégénérescence phagique des bactéroïdes.

Action des gaz. — En substituant à l'air d'autres atmosphères gazeuses, nous avons obtenu les résultats suivants :

CO^2	pas de dégagement de NH^3	inhibition temporaire avec reprise du dégagement en présence d'air.
H	»	
N	»	
O	suppression définitive de la formation de NH^3.	
$(CO^2\ 2/3) + (O\ 1/3)$	pas de dégagement de NH^3.	

Ces expériences établissent la nécessité de la présence de l'azote gazeux et d'une certaine proportion d'oxygène pour assurer le dégagement de NH^3 par les nodosités. Elles confirment, à cet égard, les observations d'Umbreit et Wilson ([3]) obtenues par la méthode manométrique de Warburg.

Influence d'additions diverses. — Les antiseptiques volatils, chloroforme ou toluène, n'ont pas modifié sensiblement le phénomène à la température de nos expériences. Il en a été de même pour l'apport de glucides ou de substances diverses fonctionnant généralement comme accepteurs d'hydrogène. L'addition d'extrait de levure a exercé une action nettement dépressive; enfin, une petite quantité d'un nitrate alcalin (1 ‰) a inhibé totalement le dégagement de NH^3, sans s'opposer d'ailleurs au dégagement de CO^2; ces faits tendent à établir que le processus enzymatique de la fixation est conditionné par la nutrition azotée du microbe.

Enfin signalons les deux faits suivants :

1° Des pulpes de racines aseptiques ensemencées avec le *B. radicicola* ont été examinées après prolifération du microbe; elles ont donné le même dégagement de CO^2 que le témoin non ensemencé, mais sans production de NH^3.

2° Aucun vaccin préparé à partir du *B. radicicola* n'a exercé d'influence sensible sur le développement de la légumineuse lorsqu'il était introduit dans le milieu de culture.

La fixation symbiotique de l'azote atmosphérique, dont le mécanisme est encore très controversé, apparaît à la lumière des observations précédentes comme un phénomène lié au développement du *B. radicicola* dans le cytoplasme et aux conditions de milieu résultant du métabolisme cellulaire; toute fixation cesse dans la plante en présence de nitrates ou lorsque la respiration est artificiellement suspendue. D'autre part la symbiose n'entraîne pas de variation notable de la quantité de CO^2 dégagée par les tissus radiculaires; elle ne comporte donc qu'une consommation faible de glucides.

([3]) *C. R. Ass. Intern. Sc. du Sol,* 3e Commission. New-Jersey, 1939, vol. A, pp. 29-31.

PHONÉTIQUE. — *Sur la phonétique statistique de la langue française.* Note de M. **Pierre Chavasse**, présentée par M. Camille Gutton.

Il existe peu d'informations sur la phonétique statistique de la langue française. Or, pour les recherches acoustiques de caractère subjectif portant sur la qualité de transmission d'un système acoustique, il y a souvent lieu de faire usage de phonèmes ou logatomes conventionnels, reproduisant statistiquement la trame phonétique du langage. Dans d'autres circonstances (télégraphie), c'est la composition statistique littérale du langage qui importe ([1]). Pour combler les lacunes qui semblaient exister à cet égard dans la littérature technique française, nous avons procédé à une analyse littérale et phonétique de textes littéraires extraits de 15 auteurs différents. Elle a porté sur 30000 sons et 39877 lettres qui ont été groupés dans les catégories correspondant aux 33 lettres et aux 38 sons suivants :

Lettres. — a, à, â, b, c, ç, d, e, é, è, ê, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, ô, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z.

Sons. — Pour les sons, on a adopté la représentation symbolique, tirée de celle de Michaelis et Passy :

a	a fermé	e	é fermé	f	f	l	l	o	o fermé	œ̃	un	t	t	z	z
ɑ	a ouvert	ɛ	ê ouvert	g	g dur	λ	ll mouillés	ɔ	o ouvert	p	p	u	ou	ʒ	g doux
ɑ̃	an	ɛ̃	in	j	i lié	m	m	ɔ̃	on	r	r	oi	oi	oin	oin
b	b	ə	e simple	i	i	n	n	ø	eu fermé	s	s	v	v		
d	d	ə̤	e muet	k	c dur	ɲ	gn	œ	eu ouvert	ʃ	ch	y	u		

Les résultats généraux sont résumés par les deux diagrammes ci-après, relatifs aux lettres et aux sons, dans lesquels chaque ordonnée traduit en centièmes la fréquence de retour du symbole porté en abscisses.

Les résultats varient peu d'un auteur à l'autre; la proportion des voyelles-lettres ressort à 45 % contre 55 % de consonnes-lettres. La proportion de sons de voyelles ressort à 49,31 % contre 50,69 % de sons de consonnes.

Le classement par ordre de fréquence décroissante est :

a pour les lettres : E, S, I, N, T, A, U, R, L, O, D, C, M, P, É, V, Q, F, B, H, G, J, À, È, X, Ê, Y, Z, Â, Ç, O, W, K.

b pour les sons : e, r, l, i, s, t, a, ə̤, ə, d, k, p, ã, m, ɛ, y, n, o, u, v, ɔ̃, z, f, ʒ, b, ɛ, ɔ, oi, a, j, ø, g, ʃ, œ̃, œ, λ, p, oin.

Si l'on ne distingue pas les lettres accentuées des lettres ordinaires, ce qui revient à ne considérer qu'un seul A, un seul E, un seul C et un seul O, on est

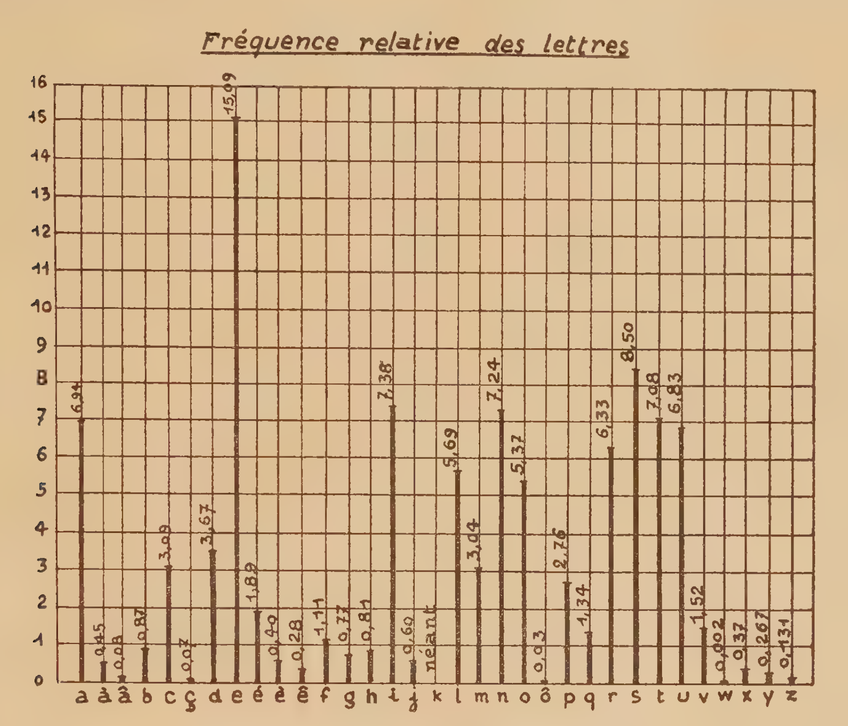
---

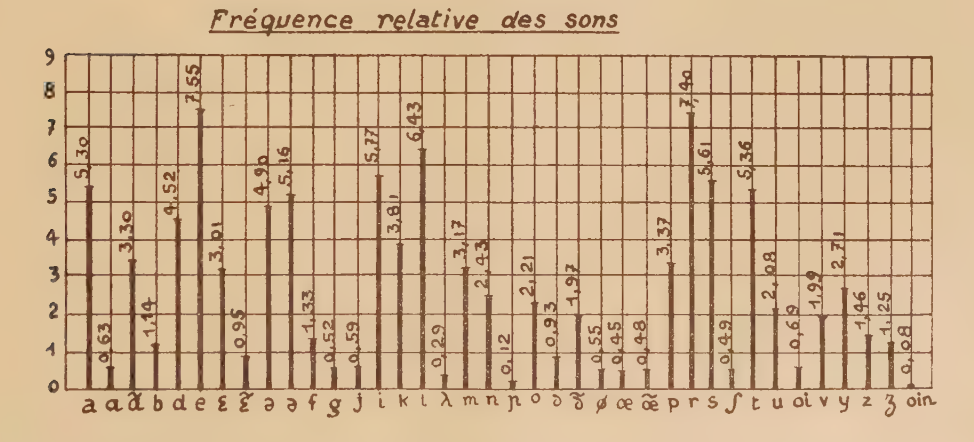
([1]) Voir les dépouillements par lettres de Vésins, Kerchoffs, de Bazéries, Valério, de Viaris.

conduit, pour les lettres, au classement simplifié :

E S A I N T U R L O D C M P V Q T B H G J X Y Z W ... (K).

Le K qui, comme le W, n'est pas d'origine française n'a pas été rencontré une seule fois.





Un dépouillement complémentaire, effectué sur des groupes de 2 ou 3 consonnes BL, CL, CR, STR, a permis de constater assez curieusement que leur fréquence de retour globale était nettement plus élevée dans les articles divers d'un journal quotidien (0,17), que dans un article de fond (0,10) ou dans un livre littéraire de style châtié (0,085). A cet égard, le choix des

mots et la pureté de leur origine semblent exercer une influence d'ailleurs parfaitement explicable.

On peut encore noter que les 10 premières lettres ont une fréquence globale de 79,6, c'est-à-dire forment réellement la trame de l'écriture, alors que les 5 dernières ne représentent que 1,37.

PHARMACODYNAMIE. — *Vulnérabilité spéciale du système porte vis-à-vis de certaines substances thromboplastiques.* Note de M. **Ivan Bertrand**, M[lles] **Thérèse Gayet-Hallion** et **Denise Quivy**.

Au cours de recherches concernant l'action coagulante comparée de divers organes normaux et pathologiques, nous avons été amenés à envisager chez le Chien l'effet thrombosant d'extraits de cerveau. A cet effet des cerveaux de diverses provenances (Homme ou Chien) ont été desséchés le plus rapidement possible et à une température ne dépassant pas 38°. Les poudres obtenues, conservées à la glacière, gardent leur activité sans atténuation notable pendant plusieurs mois. A l'aide de l'absorptiomètre photoélectrique Spekker, nous nous sommes assurés de l'intensité de l'effet thrombocinétique qu'exerce chacune d'elles sur un échantillon de plasma citraté de Chien. Pour chaque expérience des macérations sont préparées extemporanément selon une technique apparentée à celle de Quick (1).

Avec une même poudre, l'action obtenue dépend essentiellement de la dose injectée, et à un moindre degré de la sensibilité individuelle; une dose de 0,40 à 0,50 g./kg déclenche une mort presque instantanée (2), l'injection intraveineuse étant suivie d'une brève hyperpnée (20-40 secondes), puis d'une apnée définitive et d'un effondrement de la pression artérielle, accompagnées parfois de quelques mouvements convulsifs. L'autopsie aussitôt pratiquée montre une coagulation massive de tout le système veineux et parfois même des artères; un énorme caillot moule les cavités droites du cœur; le parenchyme pulmonaire apparaît le plus souvent intact, mais avec une teinte carmin généralisée.

Pour obtenir des phénomènes de coagulation moins étendus, nous avons, dans une autre série d'expériences, administré à des chiens les doses nettement subléthales de 0,20 à 0,30 g./kg. Nous les avons ensuite sacrifiés une heure après l'injection; dans quelques cas seulement, à cause des difficultés actuelles, nous les avons maintenus en observation pendant plusieurs jours. L'administration intraveineuse de ces petites doses provoque un choc léger, se mani-

(1) A. J. Quick, *J. Amer. Med. Assoc.*, 14 mai 1938, pp. 1658-1662.

(2) Ce phénomène de mort brutale avait déjà été signalé chez le Lapin, en particulier par H. Roger (*C. R. Soc. Biol.*, 2, 1911, pp. 196-198), C. R. Mills (*J. Biol. Chem.*, 46, 1921, pp. 135-165), G. Guareschi (*Ateneo Parmense*, 2e série, 8, 1936, pp. 75-99) etc., qui utilisaient divers extraits tissulaires.

festant par une hypotension de 6 à 8cm de Hg, tantôt fugace, tantôt persistant quelques minutes, et par des phénomènes respiratoires consistant en une hyperpnée, suivie d'une apnée prolongée et parfois d'un rythme de Cheyne-Stokes. Au bout d'une heure, la pression artérielle étant parfaitement restaurée et la respiration redevenue régulière, il ne subsiste plus comme anomalie que de légères modifications de l'électrocardiogramme.

Cette restauration fonctionnelle apparente laisse peu soupçonner la gravité et l'extension de lésions organiques, susceptibles d'entraîner la mort de l'animal à brève échéance; celles-ci nous ont été révélées par une autopsie systématique, pratiquée une heure après le choc sur l'animal tué par saignée. Les poumons, dans 70 % environ des cas positifs, présentent des infarctus plus ou moins étendus, localisés habituellement dans les lobes postérieurs. Si le cœur gauche est normal, les cavités droites par contre renferment assez fréquemment des caillots adhérant à la valvule tricuspide, et plus rarement quelques ecchymoses endocardiques; dans les cas plus graves, un caillot allongé s'engage parfois dans l'artère pulmonaire.

Mais le phénomène le plus constant, et vraisemblablement le plus précoce, consiste en une thrombose de la veine porte, débutant à 1 ou 2cm au-dessous du foie et s'étendant le plus souvent aux ramifications intrahépatiques. Dans cette thrombose tronculaire et terminale, pour employer la terminologie de Josselin de Jong ([3]), l'oblitération vasculaire est plus ou moins complète ([4]).

Même thrombose portale chez un Chien sacrifié, en pleine santé apparente, neuf jours après l'injection; un caillot volumineux et organisé occupait l'extrémité supérieure du tronc porte et s'engageait dans la partie droite du sinus sous-hépatique, pénétrant dans un des petits lobes du foie, dont l'aspect jaunâtre le distinguait des autres; le seul symptôme présenté par cet animal avait été une diarrhée sanglante transitoire la nuit qui avait suivit l'intervention. Chez un autre Chien, mort après 40 heures, une trhombose porte purement tronculaire s'accompagnait cependant de sphacèle d'une anse grêle.

Cette sensibilité particulière du système porte est peu connue ([5]). Seule parmi les gros troncs veineux, la veine fémorale au voisinage de l'artère crurale présente une fragilité aussi grande. Par contre il faut des doses mortelles pour entraîner l'oblitération de la veine cave inférieure. L'opposition entre le comportement des veines cave et porte, qui semble attribuable en partie à une différence de décharge d'héparine au niveau de ces deux vaisseaux,

---

([3]) DE JOSSELIN DE JONG, *Mitt. Grenzgeb. Mediz. u. Chir.*, 24, 1912, pp. 160-194.

([4]) Dans les cas mortels signalés précédemment, cette thrombose était étendue à tout le système porte et comprenait pas conséquent aussi la zone radiculaire : veines mésentériques, gastro-splénique etc.

([5]) Nous n'avons pu prendre connaissance des travaux déjà anciens (1893) de Wooldridge, qui a décrit une thrombose exclusivement portale chez des animaux à jeun ayant reçu des extraits tissulaires.

en partie à l'existence chez le Chien d'un système de blocage hépato-portal (6), nous a paru intéressante à signaler. Nous nous proposons de suivre l'évolution de ces thromboses et d'en étudier les causes déterminantes.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Formation concomitante de lipides et d'alcool par* Sterigmatocystis nigra. Note de MM. **Raymond Jacquot** et **Roger Raveux**, présentée par M. Maurice Javillier.

Cultivé sur liquide de Raulin, *Sterigmatocystis nigra* se comporte en aérobie strict : les bilans montrent en effet que le carbone qu'il utilise se retrouve intégralement dans le mycélium et dans le CO^2 dégagé. Il n'en est plus de même lorsque cette moisissure se développe sur un milieu déséquilibré dont on augmente la concentration en sucres, sans faire varier l'apport minéral. Dans ces conditions le *Sterigmatocystis nigra, organisme oxydant banal, se transforme en agent fermentaire et devient producteur de corps volatils et notamment d'alcool éthylique*, caractérisé par la réaction de l'iodoforme et son oxydation en acétaldéhyde. Voici à titre d'exemple quelques valeurs expérimentales, obtenues avec différentes souches cultivées sur liquide de Czapek, renfermant 0,5 % de sulfate d'ammonium et des taux variables de sucres.

	Mycélium sec (mg).		Alcool (*a*).	
Glucose %...	3	30	3	30
Souche 16...............	415	569	0	51
	405	524	0	29
» 46...............	381	748	0	137
	380	696	0	173
» 76...............	447	502	0	178
	442	462	0	226
» 106...............	428	1256	0	158
	416	895	0	247
» 315...............	324	718	0	82
	334	632	0	140
Lévulose %...	3	30	3	30
Souche 16...............	375	450	0	40
46...............	370	640	0	142
76...............	415	615	0	198
106...............	390	610	0	237
315...............	330	625	0	54

(*a*) et autres produits volatils exprimés en alcool (mg).

Dans ces expériences le rapport mycélium sec/sucre disparu est en moyenne de 0,33 en vie aérobie et de 0,23 lorsqu'il y a production d'alcool.

On sait par ailleurs que les milieux déséquilibrés provoquent un accrois-

(6) A. Gilbert et M. Villaret, *C. R. Soc. Biol.*, 67, 1909, pp. 19-21; L. B. Arey et J. P. Simonds, *Anat. Rec.*, 18, 1920, p. 219; H. Mautner et E. P. Pick, *Münch. med. Woch.*, 2, 1915, pp. 1141-1143 et *Biochem. Z.*, 127, 1922, pp. 72-93.

sement très marqué de la teneur lipidique des moisissures. Nous avons recherché, en augmentant progressivement la concentration du glucose, s'il existait une relation entre la lipogénèse et la fermentation alcoolique. Voici les résultats :

Concentr. du glucose %.	Poids secs des mycéliums (g).	Lipides totaux (mg).	Alc. formé et aut. prod. vol. exp. en alc. (mg).	Lipides (mg) par g de mycélium sec.	Observations : Source azotée. Durée.
3..........	1,83	154	0	84,5	
15..........	3,57	527	317	147	0,5 %
22..........	3,97	543	516	137	$SO^4(NH^4)^2$
30..........	3,51	334	331	95	98 h
40..........	3,31	456	469	138	
3..........	1,75	163	0	93	
15..........	4,13	582	458	141	0,5 %
22..........	4,06	457	395	112	$SO^4(NH^4)^2$
30..........	4,05	233	376	57	6 j
40..........	3,36	229	482	68	
3..........	1,73	178	0	102	
15..........	3,65	729	790	200	0,3 %
22..........	5,48	1405	780	257	$NO^3(NH^4)$
30..........	2,74	190	685	69	98 h
40..........	1,53	122	388	79	
3..........	1,55	163	0	105	0,83 %
15..........	4,78	985	722	206	NO^3K
22..........	3,33	664	656	199	98 h
30..........	1,42	190	420	133	

Sans qu'il y ait proportionnalité, on voit cependant qu'alcool et lipides varient sensiblement de manière parallèle. Il est intéressant en outre de remarquer que les plus fortes productions de graisses et d'alcool s'observent aux taux de 15 à 20 % et non pas à des concentrations plus élevées en glucose, cela quelle que soit la source azotée dont dépendent les variations de pH durant la croissance.

La fermentation alcoolique qui accompagne la lipogénèse du *Sterigmatocystis nigra* est très intense : certaines souches produisent 215mg d'alcool par gramme sec de mycélium.

Nos recherches actuelles ont pour but de connaître la signification physiologique de ces phénomènes, qu'on ne saurait imputer à l'autolyse étant donnée la faible durée des cultures. On ne peut que difficilement concevoir le stade alcool comme terme intermédiaire du métabolisme lipidique. Nous admettons provisoirement qu'il s'agit de deux processus sans relations profondes.

A 15h 30m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 15h 45m. A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de février 1943 (*suite*).

Les slogans de la médecine, par Auguste Lumière. Lyon, Imprimerie Léon Sézanne, 1941, 1 vol. 22^{cm},5.

Les lois de la pathologie générale et les Doctrinaires malfaisants. Vues nouvelles et rappels nécessaires, par Auguste Lumière. Lyon, Laboratoire Lumière, 1942; 1 fasc. 21^{cm}.

Les fossoyeurs du progrès. Les mandarins contre les pionniers de la science, par Auguste Lumière. Lyon, Imprimerie Léon Sézanne, 1942; 1 vol. 22^{cm},5.

Quelques opinions sur le livre d'Auguste Lumière. Tuberculose, hérédité et contagion; premier, deuxième et troisième fascicules, s. d.; 3 fasc. polycopiés, 27^{cm}.

Quelques opinions sur les livres d'Auguste Lumière. Tuberculose, hérédité et contagion, et Hérédo-Tuberculose; quatrième fascicule polycopié; cinquième et sixième fascicules imprimés, s. d.; 3 fasc. 27^{cm}.

Les Annales des Laboratoires A. Lumière de physiologie expérimentale et de pharmacodynamie. Lyon, Édités par la Société des brevets Lumière, 1922, 1924 à 1927, 1929 à 1934, 1937 à 1941; 16 fasc. 27^{cm}.

Nomenclature des principaux travaux scientifiques, par Auguste Lumière. 1887-1940. Lyon; Imprimerie Sézanne, 1940; 1 fasc. 27^{cm}.

Notice sur les titres et travaux d'Auguste Lumière de 1887 *à* 1940. Lyon, Imprimerie Léon Sézanne, 1940; 1 fasc. 27^{cm}.

Louis De Launay (1860-1938). Tours, Arrault et Cie, s. d.; 1 vol. 23^{cm},5.

Secrétariat d'état aux Colonies. Direction du service de santé. *La situation sanitaire de l'Empire français, pendant l'année* 1940, par le Médecin-Colonel Le Gall. *Protection de la maternité et de l'enfance indigènes pendant l'année* 1940, par le Médecin-Colonel Giordani. Paris, Limoges, Nancy, Charles Lavauzelle et Cie, 1943; 1 vol. 25^{cm},5.

La planète Mars en 1941, par G. Oriano de Vaucouleurs. Extrait de l'*Astronomie*. Publication de l'Observatoire de Houga, n° 3 (Gers), 1942; 1 fasc. 24^{cm}.

Ved W.C. Brøggers Bortgang, Gravferd og Minnemøte. Oslo, Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo, 1940; 1 vol. 24^{cm}.

Grandes encyclopédies industrielles J.-B. Baillière. *Traité théorique et pratique de topométrie* (*Planimétrie et Altimétrie*), par Eugène Prévot et Paul Cottinet. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1934; 1 vol. 23^{cm},5 (présenté par M. G. Perrier).

Que sais-je ? *Les étapes de la métallurgie*, par Léon Guillet. Paris, Presses universitaires de France, 1942; 1 vol. 18^{cm}.

Oesling et Gutland. Morphologie du bassin ardennais et luxembourgeois de la Moselle, par Georges Baeckeroot. Paris, Armand Colin, 1942; 1 vol. 25^{cm},5 (présenté par M. Em. de Martonne).

Encyclopédie biologique. XXII. *Les caféiers du globe*. Fascicule II. *Iconographie des caféiers sauvages et cultivés*, par Auguste Chevalier. Paris, Paul Lechevalier, 1942; 1 vol. 29^{cm}.